

1644

NINA Rapport

## Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017

Karl Øystein Gjelland, Odd Terje Sandlund, Christoph Postler, Knut Andreas Bækkelie, Antti Eloranta, Oskar Pettersen, Ingrid Solberg, Randi Saksgård



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017

Karl Øystein Gjelland, Odd Terje Sandlund, Christoph Postler, Knut Andreas Bækkeli, Antti Eloranta, Oskar Pettersen, Ingrid Solberg, Randi Saksgård

Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Postler, C., Bækkelie, K.A., El-oranta, A., Pettersen, O., Solberg, I. & Saksgård, R. 2018. Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017. NINA Rapport 1644. Norsk institutt for naturforskning.

Tromsø, juni 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3387-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Trygve Hesthagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Cathrine Henaug (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

Statkraft AS

Sira-Kvina Kraftselskap AS

Otteraaens Brugseierforening

Glommen og Laagens Brukseierforening

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-1457|2019 Miljødirektoratet kontrakt nummer 17040037

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Steinar Sandøy, Miljødirektoratet

FORSIDEBILDE

Tråling og fangst på Vangsvatnet © Fotografer: Kristoffer Ullern Hansen, SNO (båt) og Karl Øystein Gjelland (fangst).

NØKKELOORD

- Norge
- Møre og Romsdal
- Sogn og Fjordane
- Hordaland
- Rogaland
- Agder
- Akershus
- Fiskebestand
- Overvåkingsrapport

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**

Thormøhlensgate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)



## Sammendrag

Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Postler, C., Bækkelie, K.A., Eloranta, A., Pettersen, O., Solberg, I. & Saksgård, R. 2018. Overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2017. NINA Rapport 1644. Norsk institutt for naturforskning.

De seks innsjøene Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden og Øyeren ble prøvafisket i august-september 2017. Målsettingen med prosjektet er 1) å utvikle kostnadseffektive metoder for overvåking av fiskebestanden i store innsjøer, og 2) å framskaffe grunnlag for klassifisering av økologisk tilstand i disse innsjøene med fisk som kvalitets-element. Metodene var en kombinasjon av bunngarnfiske med nordiske oversiktsgarn, pelagisk partrål og hydroakustisk registrering (ekkolodd) av pelagisk fisk. På bakgrunn av erfaringene fra 2016 ble innsatsen med nordiske oversikts bunngarn økt fra 48 til 60 garnnetter per innsjø, med fiske ned til 50 m dyp eller mer. Dette er innenfor det to personer kan gjennomføre i løpet av to dager/netter, dvs. vel fire dagsverk når det ikke samtidig skal fiskes med pelagiske garn.

Prøvafisket i de åpne vannmassene ble gjennomført med pelagisk partrål i alle de seks innsjøene. Trålfangstene gir en variasjon i fiskens størrelse som rimer bedre med størrelsessammensetningen observert på ekkolodd, og gir typisk større innslag av liten fisk enn det som blir fanget på garn. I de svært næringsfattige innsjøene med røye og/eller aure som dominerende fiskearter gir imidlertid trålingen for små fangster til at den pelagiske delen av bestandene kan gis en god vurdering. Det vil være behov for en nærmere vurdering av om det i de mest næringsfattige innsjøene f.eks. er behov for en større innsats med flytegarnserier (med stort areal per maskevidde) dersom det er viktig å skaffe et godt materiale av pelagisk fisk.

Det er foran og i løpet av sesongen 2017 utviklet prosedyrer og anskaffet båtutstyr for fiske med pelagisk partrål slik at hensyn til HMS og trålens operasjon i vannet er godt ivaretatt. Det gjennomføres årlig sikker jobbanalyse foran feltarbeidet i FIST-prosjektet.

Ekkoloddregistreringene gir estimater på absolutte tettheter, og gir i tillegg verdifull informasjon om størrelsessammensetning i det pelagiske fiskesamfunnet. Det hersker imidlertid en del usikkerhet rundt forholdet mellom fiskens lengde og dens ekkostyrke (TS), og hvorvidt det er vesentlige artsforskjeller i dette forholdet. I tillegg til de seks innsjøene som ble undersøkt i 2017 ble det også gjort tester med ekkolodd og trål i Vegår (nesten bare krøkle i pelagialen) og i Aursunden (nesten bare sik i pelagialen). Disse resultatene er benyttet for å modifisere eksisterende TS-lengde-regresjoner for sik og krøkle. Det er imidlertid viktig å følge dette opp med nye studier, både med sammenligning av fangst og ekkostyrkefordeling, men også med TS-eksperimenter med enkeltfisk med kjent lengde. Det tas sikte på å gjennomføre dette innen FIST-prosjektet i 2018.

Eikesdalsvatnet er en uregulert innsjø (22 m o.h.) som likevel er påvirket ved at en stor andel av nedbørfeltet er ført til kraftverk i andre nedbørfelt slik at årlig middelavrenning er redusert fra 40 til 15 m<sup>3</sup>/sek. Dette har ført til at den viktigste innløpselva ikke kan fungere som gyteelv for aure og laks. Innsjøen er dyp (155 m) og med bratte strender, slik at mer enn 90 % av innsjøarealet er dypere enn 20 m. Eikesdalsvatnet er svært næringsfattig, med et gjennomsnittlig siktedyp på 15,9 m. I prøvafisket med bunngarn ble det fanget aure, røye og trepigget stingsild, og sammenlignet med prøvafiske i 2009 var det liten endring i samlet fangst. Fangsten av stingsild var relativt stabil, men det var en stor endring i forholdet mellom aure og røye. Mens prøvafisket i 2009 fanget 51 % aure og 12 % røye, var dette i 2017 12 % aure og 43 % røye. Fangst per innsats (CPUE) av aure gikk ned fra 8,4 til 2,7 fisk, mens røya økte fra 2,2 til 8,5 fisk. Aurefangstene var størst på grunt vann og avtok ned til 30 m, mens røyefangstene økte ned til 50 m. Trålfangstene i Eikesdalsvatnet var svært små, bare én røye i løpet av tre tråltrekk. Det er usikkert om dette delvis kan skyldes tekniske problemer. I 2009 ble det bare fisket med pelagiske garn, med svært begrenset fangst, med CPUE for aure 1,6 og for røye 0,3 fisk. Total biomasse av pelagisk fisk ble i 2017 beregnet til 3,6 tonn, som tilsvarer 1,55 kg/ha, og status i henhold til WS-FBI indeksen er svært god.

Hornindalsvatnet (53 m o.h.) er Europas dypeste innsjø (514 m) og er uregulert. I likhet med i Eikesdalsvatnet er strandsonas areal begrenset, og mer enn 90 % av innsjøarealet er dypere enn 20 m. Hornindalsvatnet er svært næringsfattig, med gjennomsnittlig siktedyp på 11,2 m. Bunngarnfangstene var dominert av 63 % røye, mens aure utgjorde 30 % og stingsild 7 %. Aurefangstene var størst på grunt vann, men det ble fanget noen individer av aure helt ned til 50 m. Røyefangstene økte ned til ca. 40 m, men var noe mindre i 40-50 m. Det ble fanget kun 13 fisk i trålen, hvorav 92 % var aure. Auren i bunngarnfangstene var fra 100 til over 400 mm, noe som tyder på enten at enkelte aure som er stasjonære i innsjøen slår over på fiskediett eller at det var noen sjøaure i fangstene. Auren i trålfangstene var for det meste mellom 210 og 320 mm. Røya i fangstene var opptil 320 mm. Lengdene på kjønnsmoden fisk innen aldersgruppene fra 4 år og eldre tyder på at det er minst to ulike økologiske former av røye i Hornindalsvatnet. Total biomasse av fisk i de åpne vannmassene ble beregnet til 6,8 tonn, som tilsvarer 1,24 kg per ha. Status i henhold til WS-FBI indeksen er svært god.

Vangsvatnet (47 m o.h.) er uregulert, og er den minste av innsjøene som ble undersøkt i FIST-prosjektet 2017. Dybden er moderat, bare 60 m, og mer enn 30 % av vannarealet er grunnere enn 20 m. Vangsvatnet er noe mer påvirket av avrenning fra jordbruk enn Eikesdalsvatnet og Hornindalsvatnet, og gjennomsnittlig siktedyp var 6,2 m. Bunngarnfangstene ble dominert av røye (63 %), mens aure og stingsild utgjorde hhv. 16 og 21 % av antall fisk. Aurefangsten var størst på grunt vann og avtok ned til 30 m. I Vangsvatnet var røyefangsten størst på 10-20 m dyp. Det ble fanget 71 fisk i trålen, 87 % røya og 13 % aure. Lengdefordelingen av auren, med relativt stor andel fisk over 400 mm, tyder på enten at enkelte individ som er stasjonære slår over på fiskediett eller at det var noen sjøaure i fangstene. Lengdene på kjønnsmoden fisk innen aldersgruppene fra 3 år og eldre tyder på at det er minst to ulike økologiske former av røye, slik det ble påvist i Vangsvatnet på 1980-tallet. Total biomasse av fisk i de åpne vannmassene ble beregnet til 3,2 tonn, som tilsvarer 4,15 kg per ha. Status i henhold til WS-FBI indeksen er svært god.

Lundevatnet (48,5 m o.h.) er en dyp (314 m) og næringsfattig innsjø (siktedyp 6,2 m), som er regulert 4,5 m. I Lundevatnet er hele 93 % av innsjøarealet dypere enn 20 m. Bunngarnfangstene bestod av 67 % aure og 33 % røye. Det ble ikke fanget fisk dypere enn 30 m, noe som var en uventet observasjon. Aurefangstene var størst på grunt vann (0-10 m) mens røyefangstene var størst på 10-20 m dyp. Det ble fanget 18 fisk i trålen, 94 % var aure. Aurefangstene ble dominert av fisk mellom 170 og 260 mm, og det ble ikke fanget aure større enn 300 mm. Aurens vekst ser ut til å stagnere ved ca. 250 mm, noe som tyder på at fisk spiller liten rolle i aurens diett. Det er heller ikke sjøaure i Lundevatnet. Røya i fangstene var fra 50 til 270 mm, med flest fisk mellom 100 og 180 mm. Det var også mange røyer i størrelsen mellom 220 og 270 mm. Sammen med størrelsen på den kjønnsmodne røya (fra 70 til 270 mm) kan dette tyde på at det er to økologiske former av røye i Lundevatnet. Materialet er imidlertid for lite til å trekke noen sikker konklusjon. Total biomasse av fisk i de åpne vannmassene ble beregnet til 7,9 tonn, som tilsvarer 2,88 kg per ha. Status i henhold til WS-FBI indeksen er svært god.

Byglandsfjorden (203 m o.h.) er regulert 5 m. Dette er også en dyp innsjø (167 m), men strandsona (>20 dyp) utgjør ca. 30 % av innsjøarealet. Bunngarnfangstene bestod av aure, bleke og ørekyt. Det er en stor tetthet av den introduserte arten ørekyt i fangstene i strandsona (<10 m). Forholdet mellom aure og bleke i bunngarnfangstene var 87 % aure og 13 % bleke. I de begrensede trålfangstene (10 fisk) var forholdet motsatt: 90 % bleke og 10 % aure. Det var størst fangster av aure i strandsona (0-10 m), men enkelte individer ble fanget ned til 40 m dyp. Bleka ble bare fanget i strandsona. Auren i fangstene var mellom 100 og 330 mm, men med flest fisk mellom 150 og 260 mm. Aurens vekst ser ut til å stagnere ved ca. 250 mm, men enkelte individer blir noe større. Bleka som ble fanget i bunngarn fordelte seg i to størrelsesgrupper: 100 – 160 mm og 190 – 220 mm. Bleka i trålfangstene var mellom 220 og 270 mm. Dette kan tyde på et habitatskift hos bleka fra strandsona til pelagialen ved en lengde på omkring 220 mm. Total biomasse av fisk i de åpne vannmassene ble beregnet til 5,4 tonn, som tilsvarer 1,60 kg per ha. Status i henhold til WS-FBI indeksen er svært god.

Undersøkelsene i Øyeren (102 m o.h.) fokuserte på det sørlige bassenget, da nordenden er grunn og helt dominert av sedimenttransporten fra innløpselva Glomma. Sett under ett er bare ca. 30 % av Øyeren areal dypere enn 20 m. Det sørlige bassenget er moderat dypt (78 m). I prøvefisket i 2017 ble det fanget 13 fiskearter. Tolv av disse ble fanget i bunngarna, mens én art (elveniøye) bare ble fanget i trålen. I bunngarna var mort og hork (begge 36 %) og abbor (12 %) de mest tallrike artene. I trålfangstene var krøkle nesten enerådende (99,6 %), men noen få individer av 10 andre arter ble også fanget i trålen. Total biomasse av fisk i de åpne vannmassene ble beregnet til 94,6 tonn, som tilsvarer 26,73 kg per ha. Status i henhold til WS-FBI indeksen er god.

Karl Øystein Gjelland, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
[karl.gjelland@nina.no](mailto:karl.gjelland@nina.no)

Christoph Postler, LFI NORCE, Nygårdsgaten 112, 5008 Bergen  
[chpo@norceresearch.no](mailto:chpo@norceresearch.no)

Knut Andreas E. Bækkeli, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
[knut.bakkelie@nina.no](mailto:knut.bakkelie@nina.no)

Antti Eloranta<sup>1</sup>, Oskar Pettersen<sup>2</sup>, Randi Saksgård, Odd Terje Sandlund, Ingrid Solberg, NINA, Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim  
[randi.saksgard@nina.no](mailto:randi.saksgard@nina.no),  
[odd.sandlund@nina.no](mailto:odd.sandlund@nina.no),  
[ingrid.solberg@nina.no](mailto:ingrid.solberg@nina.no),

<sup>1</sup> Nåværende adresse: Department of Biological and Environmental Science, P.O.Box 35, 40014 University of Jyväskylä, Finland [antti.p.eloranta@jyu.fi](mailto:antti.p.eloranta@jyu.fi)

<sup>2</sup> Nåværende adresse: Skogvegen 11, 8250 Rognan [Oskarp@live.no](mailto:Oskarp@live.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>6</b>
<b>Forord .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Materiale og metoder.....</b>	<b>11</b>
2.1 Lokalteter .....	11
2.1.1 Om innsjøene .....	11
2.1.2 Fiskefauna i innsjøene.....	13
2.2 Metoder.....	14
2.2.1 Ekkolodd.....	14
2.2.2 Partrål.....	14
2.2.3 Bunn garn .....	14
2.2.4 Temperatur-, lys- og oksygenforhold .....	15
<b>3 Resultater .....</b>	<b>17</b>
3.1 Ekkolodd .....	17
3.1.1 Vurdering av terskler og forholdet mellom fiskelengde og ekkostyrke .....	17
3.1.2 Ekkostyrkefordeling i de undersøkte innsjøene .....	19
3.1.3 Vertikalfordeling av årsyngel og eldre fisk i ekkoloddundersøkelsene.....	20
3.2 Eikesdalsvatnet.....	21
3.2.1 Feltarbeid .....	21
3.2.2 Fangster og habitatbruk.....	22
3.2.3 Ekkoloddregistreringer.....	23
3.2.4 Røyebestanden .....	24
3.2.5 Aurebestanden .....	26
3.2.6 Økologisk tilstand .....	27
3.3 Hornindalsvatnet .....	29
3.3.1 Feltarbeid .....	29
3.3.2 Fangster og habitatbruk.....	29
3.3.3 Ekkoloddregistreringer.....	31
3.3.4 Røyebestanden .....	31
3.3.5 Aurebestanden .....	33
3.3.6 Økologisk tilstand .....	35
3.4 Vangsvatnet .....	36
3.4.1 Feltarbeid .....	36
3.4.2 Fangster og habitatbruk.....	36
3.4.3 Ekkoloddregistreringer.....	38
3.4.4 Røyebestanden .....	38
3.4.5 Aurebestanden .....	40
3.4.6 Økologisk tilstand .....	42
3.5 Lundevatnet .....	44
3.5.1 Feltarbeid .....	44
3.5.2 Fangster og habitatbruk.....	44
3.5.3 Ekkoloddregistreringer.....	45
3.5.4 Røyebestanden .....	46
3.5.5 Aurebestanden .....	48
3.5.6 Økologisk tilstand .....	50

3.6	Byglandsfjorden .....	51
3.6.1	Feltarbeid .....	51
3.6.2	Fangster og habitatbruk.....	51
3.6.3	Ekkoloddregistreringer.....	53
3.6.4	Aurebestanden .....	53
3.6.5	Blekebestanden.....	55
3.6.6	Økologisk tilstand .....	57
3.7	Øyeren .....	58
3.7.1	Feltarbeid .....	58
3.7.2	Fangster og habitatbruk.....	58
3.7.3	Ekkoloddregistreringer.....	60
3.7.4	Om fiskeartene .....	61
3.7.5	Økologisk tilstand .....	63
<b>4</b>	<b>Diskusjon.....</b>	<b>65</b>
4.1	Fiskefauna og miljø .....	65
4.2	Vurdering av metodikk .....	66
<b>5</b>	<b>Oppsummering og konklusjoner – klassifisering .....</b>	<b>67</b>
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>69</b>
	<b>Vedlegg 1 Dybdekart Eikesdalsvatnet .....</b>	<b>72</b>
	<b>Vedlegg 2 Dybdekart Hornindalsvatnet .....</b>	<b>73</b>
	<b>Vedlegg 3 Dybdekart Vangsvatnet .....</b>	<b>74</b>
	<b>Vedlegg 4 Dybdekart Lundevatnet .....</b>	<b>75</b>
	<b>Vedlegg 5 Dybdekart Byglandsfjorden .....</b>	<b>76</b>
	<b>Vedlegg 6 Dybdekart Øyeren .....</b>	<b>77</b>
	<b>Vedlegg 7 Bemanningsplan for FIST 2017 .....</b>	<b>78</b>



## Forord

Som en videreføring av undersøkelsene av fisk i store innsjøer i 2015 og 2016 som gjaldt innsjøer på Østlandet og i Midt-Norge, fikk NINA i oppdrag i 2017 å ta for seg nye innsjøer i Vest-Norge, fra Eikesdalsvatnet i nord til Byglandsfjorden i sør, samt Øyeren på Østlandet. En viktig del av oppdraget var å videreutvikle metodikk for rutinemessige undersøkelser i de åpne vannmassene ved hjelp av hydroakustikk (ekkolodd), partrål og pelagiske garn («flytegarn»), samt metodikk for prøvefiske med bunnsatte nordiske oversiktsgarn. Hensikten er å komme fram til hvilken innsats som er nødvendig for kunne fastsette økologisk tilstand for fisk i slike innsjøer, samt å gjennomføre overvåking av fiskesamfunnene for rapportering til Vanndirektivet. Undersøkelsene er gjennomført i samarbeid med NORCE-LFI, Syrtveit fiskeanlegg og SNO. Oversikt over mannskap og aktivitet i de forskjellige innsjøene er gitt i vedlegg 7.

Vi takker Miljødirektoratet for oppdraget og håper resultater og anbefalinger er til nytte for forvaltningens videre arbeid med overvåking under vannforskriften. Videre vil vi rette en stor takk til Statkraft AS, Sira-Kvina Kraftselskap AS og Glommen og Laagens Brukseierforening for finansiell støtte til gjennomføringen av undersøkelsene i henholdsvis Eikesdalsvatnet, Lundevatnet og Øyeren, samt til Otteraaens Brukseierforening for finansiering og gjennomføring av prøvefiske i Byglandsfjord ved bruk av mannskap og infrastruktur på Syrtveit fiskeanlegg.

Karl Øystein Gjelland

Juni 2019

# 1 Innledning

Store innsjøer inngår i basisovervåkingen under vannforskriften, og de første undersøkelsene ble gjennomført i 2015 og 2016. Fysisk-kjemiske forhold og kvalitetselementene planktonalger, vannplanter, bunndyr og dyreplankton inngår i overvåkingsprogrammet ØKOSTOR (Lyche Solheim mfl. 2016, 2017, 2018). Kvalitetselementet fisk blir undersøkt gjennom FoU-prosjektet «Fisk i store innsjøer» (FIST) (Sandlund mfl. 2016, Gjelland mfl. 2017). Hensikten med prosjektet er både å skaffe data som grunnlag for en klassifisering av fiskebestandenes tilstand, og å vurdere hvilken feltinnsats som er nødvendig for å skaffe et tilstrekkelig datagrunnlag for denne klassifiseringen.

Arbeidet i 2015 og 2016 omfattet tolv innsjøer. I 2016 ble det gjennomført et standardisert opplegg med hydroakustisk registrering og tråling i de åpne vannmassene (pelagialsona), kombinert med bunngarnfiske for å dekke de bunnære habitatene (strandsona og profundalsona). Dette er videreført i 2017, men med den endring at bunngarnfisket ble utvidet med større innsats i antall garn.

Under vannforskriften er følgende tre hovedparametere aktuelle som grunnlag for klassifisering etter kvalitetselementet fisk: artssammensetning i fiskesamfunnet, bestandsstørrelse eller mengde av fiskeartene, og bestandsstruktur hos de viktigste artene. En oversikt over hvilke arter som forekommer i en innsjø krever prøvafiske i alle de tre viktigste habitatene, både littoral-, profundal- og pelagialsona (Holmgren mfl. 2010). De fleste artene kan fanges i littoralsona, men det kreves også fiske på dypere vann langs bunnen, samt i de åpne vannmassene, for å være rimelig sikker på at hele artsinventaret er registrert. I innsjøer med sik og røye må eventuell økologisk/genetisk polymorfisme registreres, noe som også krever fiske i alle tre habitater (Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). En allsidig registrering bør i alle fall finne sted som en basisundersøkelse i lokaliteter der slike undersøkelser ikke er gjort tidligere. Dette skaffer nødvendig grunnlagskunnskap, og gjør det mulig å tilpasse feltinnsatsen i overvåkingen til fiskesamfunnet i den enkelte innsjø.

Generelt er forholdet mellom arealet av strandsona og arealet av de åpne vannmassene ulikt i små og store innsjøer. I store innsjøer vil de åpne vannmassene være dominerende, og fiskearter som er i stand til å utnytte produksjonen i dette habitatet vil spille en større rolle enn i små innsjøer. I vår fauna av ferskvannsfisk er det et fåtall arter som er spesialiserte til å leve av dyreplankton, mens det er mange såkalte generalister som kan finne sin næring både på bunnen og i de åpne vannmassene. Det er også noen fiskearter som er særlig knyttet til bunnen av innsjøen. Blant generalistene bestemmes gjerne habitatvalget av faktorer som f. eks. hvilke andre fiskearter som forekommer og næringstilstanden (eutrofigraden) i innsjøen. Både næringstilbudet i de åpne vannmassene og dominansforholdene mellom fiskeartene påvirkes i stor grad av eutrofigraden.

Selv om den pelagiske sona i en innsjø som oftest er mindre produktiv per arealenhet enn strandsona, fører pelagialsonas store areal i store innsjøer til at dette habitatet ofte er dominerende også målt i total fiskebiomasse og biologisk totalproduksjon (Vadeboncoeur mfl. 2002). Mange av våre store innsjøer har dessuten relativt bratte strender, noe som fører til at strandsona blir liten i utstrekning.

Det finnes en rekke metoder for innsamling av data om fiskebestandene i innsjøer. For fisk i pelagialsona vil hydroakustikk (ekkolodd) kombinert med fangster med pelagisk trål og/eller flytegarn (pelagiske garn) være aktuelle metoder. For å registrere artsmangfoldet og størrelsesstruktur i fiskesamfunnet i strandsona og langs bunnen i innsjøene, er garn med mange maskevidder (helst nordisk oversiktsgarn) den metoden som er mest brukt (Olin mfl. 2014, Schartau mfl. 2015). Andre metoder kan også være aktuelle, som for eksempel elektrisk fiskebåt på grunt vann (Menezes mfl. 2013, Johnsen mfl. 2014). Fullstendig klassifisering av økologisk tilstand på grunnlag av fiskebestanden krever data fra alle habitater (Tammi 2003, Sandlund mfl. 2013).

Hydroakustisk bestandsestimering ved bruk av vitenskapelige ekkolodd er klart den mest effektive metoden for å registrere antall og biomasse av fisk i pelagiasona i relativt store og dype innsjøer. Denne metoden brukes nå rutinemessig i store deler av verden (jf. Emmrich mfl. 2012),

inkludert Sverige (se bl.a. <http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/miljoanalys/dattainsamling/provfiske-i-sjoar/hydroakustik/>). Metoden har bare vært sporadisk benyttet i norske innsjøer (bl.a. Lindem & Sandlund 1984; Sandlund mfl. 1992a, 2014, Linløkken 1995, Gjelland mfl. 2013, Linløkken & Sandlund 2015). Sammen med hydroakustiske registreringer er det nødvendig å fange et mest mulig representativt utvalg av de artene og størrelsesgruppene av fisk som finnes i det pelagiske habitatet. Denne informasjonen brukes for å kunne omsette tettheter av fisk til biomasse av de enkelte artene. Avhengig av hvilke fiskearter det er tale om kan aktuelle metoder, enkeltvis eller i kombinasjon, være flytegarn i et utvalg maskevidder eller som oversiktsgarn, samt pelagisk trål. Basert på erfaringene i 2015 og 2016 ble undersøkelsene i 2017 gjennomført på samme måte i alle de seks innsjøene: hydroakustikk og partrål i de åpne vannmassene og bunnsatte nordiske oversiktsgarn på ulike dyp langs bunnen.

I denne rapporten presenteres resultater fra undersøkelser i Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet, Byglandsfjorden og Øyeren. Med unntak av Øyeren, som har det mest artsrike fiskesamfunnet av vår store innsjøer, er dette innsjøer der aure og røye er de viktigste artene. De samme innsjøene inngikk i ØKOSTOR-programmet i 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018).

## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Lokalteter

#### 2.1.1 Om innsjøene

Fem av innsjøene som ble undersøkt i 2017 ligger på Vest- og Sørlandet, fra Møre og Romsdal til Agder, mens den sjette ligger i Akershus (**tabell 1, figur 1**). Innsjøenes overflateareal varierer mellom 7,8 km<sup>2</sup> (Vangsvatnet) og 73,3 km<sup>2</sup> (Øyeren). Tre av innsjøene er regulert, med reguleringshøyder mellom 2,5 og 5,0 m. Eikesdalsvatnet er uregulert, men likevel sterkt påvirket av at en betydelig del av nedbørfeltet er ført over til andre nedbørfelt i forbindelse med vannkraftreguleringer. Innsjøens nedbørfelt er dermed redusert fra 1085 km<sup>2</sup> til 313 km<sup>2</sup>, slik at årlig middelavrenning er redusert fra 40 m<sup>3</sup>/sek til 15 m<sup>3</sup>/sek (Hesthagen mfl. 2010).

Innsjøenes største dyp varierer fra 60 m i Vangsvatnet til 514 m i Hornindalsvatnet, som er Europas dypeste innsjø. Tre av innsjøene har svært begrensede gruntområder (<10 % av arealet grunnere enn 20 m, **tabell 2**). I Vangsvatnet og Byglandsfjorden er ca. 30 % av arealet grunnere enn 20 m, mens Øyeren har store grunne områder, særlig i nordenden (nesten 70 % av arealet).

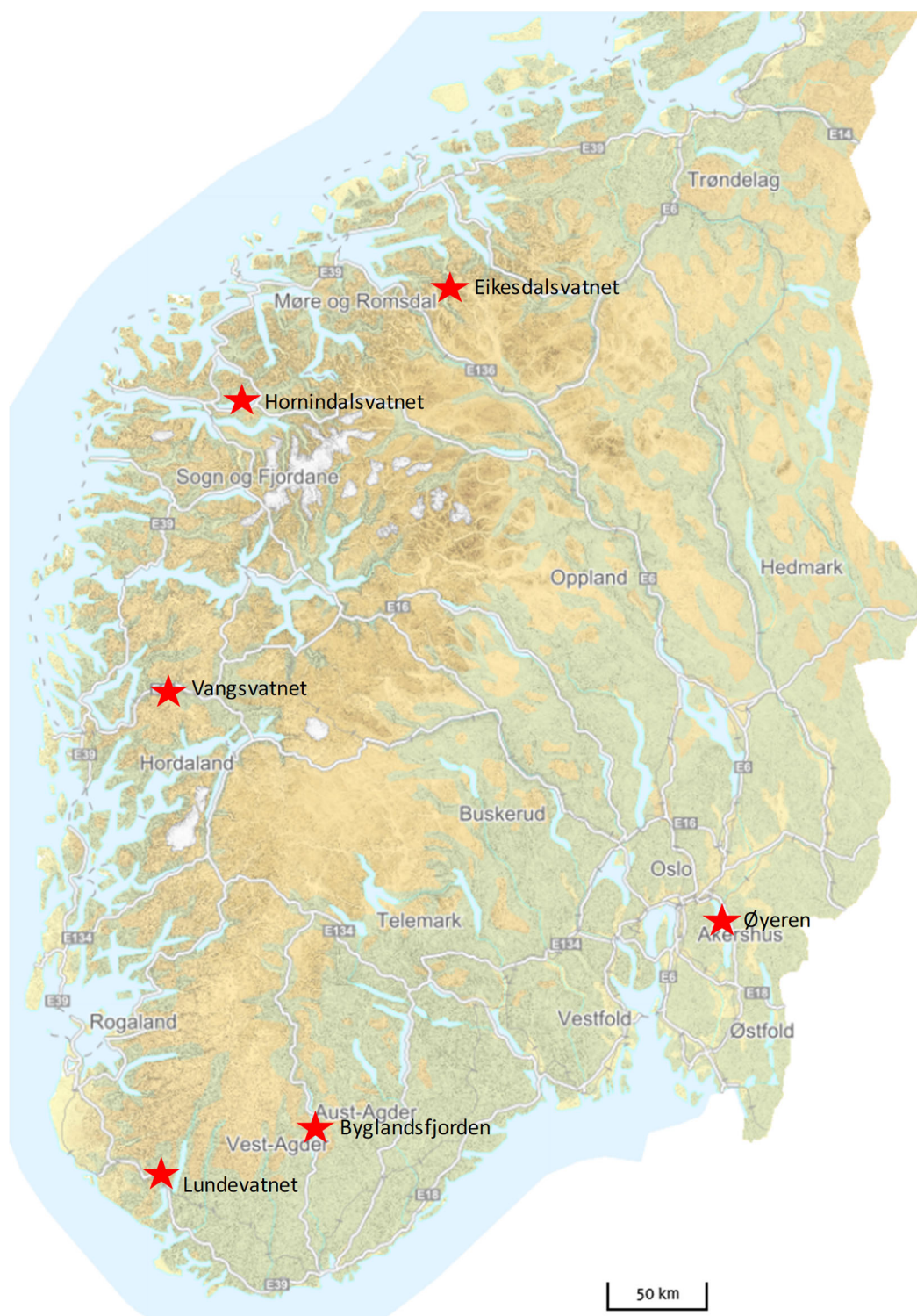
**Tabell 1.** Geografiske og hydrologiske data om store innsjøer undersøkt i FIST-prosjektet i 2017.

Innsjø	Vann-ID / Innsjønr.	Fylke	Koordinater	Areal km <sup>2</sup>	H.o.h. m	Max dyp	Mid. dyp	Reg. høyde
Eikesdalsvatnet	104-1994-L 1543	Møre og Romsdal	62,63°N 8,10°Ø	23,1	22	155	89	-
Hornindalsvatnet	089-1807-2-L 1443	Sogn og Fjordane	61,91°N 6,10°Ø	50,5	53	514	237	-
Vangsvatnet	062-2085-L 1235	Hordaland	60,63°N 6,28°Ø	7,8	47	60		-
Lundevatnet	026-1399-L 1004	Rogaland / Agder	58,30°N 6,48°Ø	27,5	48,5	314	172	4,5
Byglandsfjorden	021-1063-L 0938	Agder	58,66°N 7,80°Ø	33,4	203	167	57	5
Øyeren	002-113-L 0229	Akershus	59,66°N 11,22°Ø	73,3	102	78	14	2,5

**Tabell 2.** Andel av innsjøareal i littoralsona (definert som 0-20 m dybdesone) i seks store innsjøer undersøkt i 2017. Arealene er avlest visuelt fra hypsografiske kurver (<https://www.nve.no/karttjenester/>, se også dybdekart i vedlegg 1-6).

Innsjø	Areal km <sup>2</sup>	Areal		Andel av totalareal, %	
		0-20 m	>20 m	0-20 m	>20 m
Eikesdalsvatnet	23,1	2,2	20,9	9,5	90,5
Hornindalsvatnet	50,5	4,7	45,8	9,3	90,7
Vangsvatnet	7,8	2,4	5,4	30,8	69,2
Lundevatnet	27,5	2	25,5	7,2	92,8
Byglandsfjorden	33,4	10	23,4	30	70
Øyeren	73,3	50,8	22,5	69,3	30,7

Det er også en kraftig gradient i vannkjemiske forhold i de seks innsjøene, fra svært næringsfattige forhold i Eikesdalsvatnet (totalt fosfor 1,6 µg/L) til et relativt høyt fosforinnhold (10 µg/L) i Øyeren (Lyche Solheim mfl. 2018).



**Figur 1.** Lokalisering av de seks innsjøene som ble undersøkt i FIST-prosjektet i 2017.



## 2.1.2 Fiskefauna i innsjøene

Mens fem av innsjøene som ble undersøkt i 2017 har et begrenset antall fiskearter dominert av laksefisk, er Øyeren den norske innsjøen med flest registrerte fiskearter (**tabell 3**). I enkelte oppslagsverk oppgis 25 arter. Laks ble i en periode satt ut i Øyeren, men den arten har ikke forekommet naturlig i Øyeren i historisk tid. Ål har forsvunnet på grunn av vanskelige oppvandringsforhold etter kraftutbyggingene i Øyerens utløp (Solbergfoss) og i Glomma nedstrøms innsjøen. Vi går derfor ut fra at det i dag forekommer 23 fiskearter i Øyeren.

**Tabell 3.** Fiskearter i de seks innsjøene som ble undersøkt i FIST-prosjektet i 2017. (x) betyr at arten har forekommet, men ikke lenger finnes. Xi: introdusert art. Ikke alle arter ble fanget i prøvefisket i 2017.

Fiskeart		Innsjø					Øyeren
		Eikesdalsvatnet	Hornindalsvatnet	Vangsvatnet	Lundevatnet	Byglandsfjorden	
Niøye	<i>Lampetra fluviatilis</i>						X
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>	X	X	X			(x)
Aure	<i>Salmo trutta</i>	X	X	X	X	X	X
Laks	<i>S. salar</i>	X	X	X		X*	
Røye	<i>Salvelinus alpinus</i>	X	X	X	X	X	
Sik	<i>Coregonus lavaretus</i>						X
Lagesild	<i>C. albula</i>						X
Harr	<i>Thymallus thymallus</i>						X
Krøkle	<i>Osmerus eperlanus</i>						X
Mort	<i>Rutilus rutilus</i>						X
Gullbust	<i>Leuciscus leuciscus</i>						X
Stam	<i>L. cephalus</i>						X
Vederbuk	<i>L. idus</i>						X
Asp	<i>Aspius aspius</i>						X
Ørekyt	<i>Phoxinus phoxinus</i>					Xi	X
Karuss	<i>Carassius carassius</i>						X
Laue	<i>Alburnus alburnus</i>						X
Brasme	<i>Abramis brama</i>						X
Flire	<i>Blicca bjoerkna</i>						X
Gjedde	<i>Esox lucius</i>						X
Lake	<i>Lota lota</i>						X
Nipigget stingsild	<i>Pungitius pungitius</i>						X
Trepigget stingsild	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	X	X	X			X
Steinsmett	<i>Cottus poecilopus</i>						X
Abbor	<i>Perca fluviatilis</i>						X
Hork	<i>Gymnocephalus cernua</i>						X
Gjørs	<i>Sander lucioperca</i>						X

\*Laksen i Byglandsfjorden er den ferskvannsstasjonære bleka (Direktoratet for naturforvaltning 2009)

## 2.2 Metoder

### 2.2.1 Ekkolodd

Ekkoloddregistreringene ble gjennomført etter mørkets frambrudd, med transekter i et sikksakk-mønster med en dekningsgrad (seilt lengde / innsjøareal<sup>0,5</sup>) nær 6, som antas å gi et godt statistisk grunnlag for tetthetsberegningene (Aglén 1983).

Ekkoloddet består av en transceiver (sender/mottaker), én eller flere transducere (svingere), en GPS og en PC for å visualisere og lagre rådata fra både transceiver og GPS. Svingeren var montert på brakett som kan senkes fra overflatestilling under transport ned til mellom 0,3 og 1,5 m under vannoverflata under registrering. Det ble benyttet 19-22 fots båter med god stabilitet. I undersøkelsene i denne rapporten ble hydroakustiske registreringer gjennomført med et 70 kHz Simrad EY60 vitenskapelig ekkolodd med en ES70-11 splittstrålesvinger med sirkulær 11°<sub>-3dB</sub> åpningsvinkel.

Sendestyrken som ble brukt varierte mellom 300 og 640 W. Pingintervallet var mellom 0.5 og 1.3 s og pulslengde 512 µs. Båtens hastighet under ekkoregistrering lå mellom 1,38 og 2,58 m/s (2,7-5 knop). Rådata ble lagret underveis (Balk 2014).

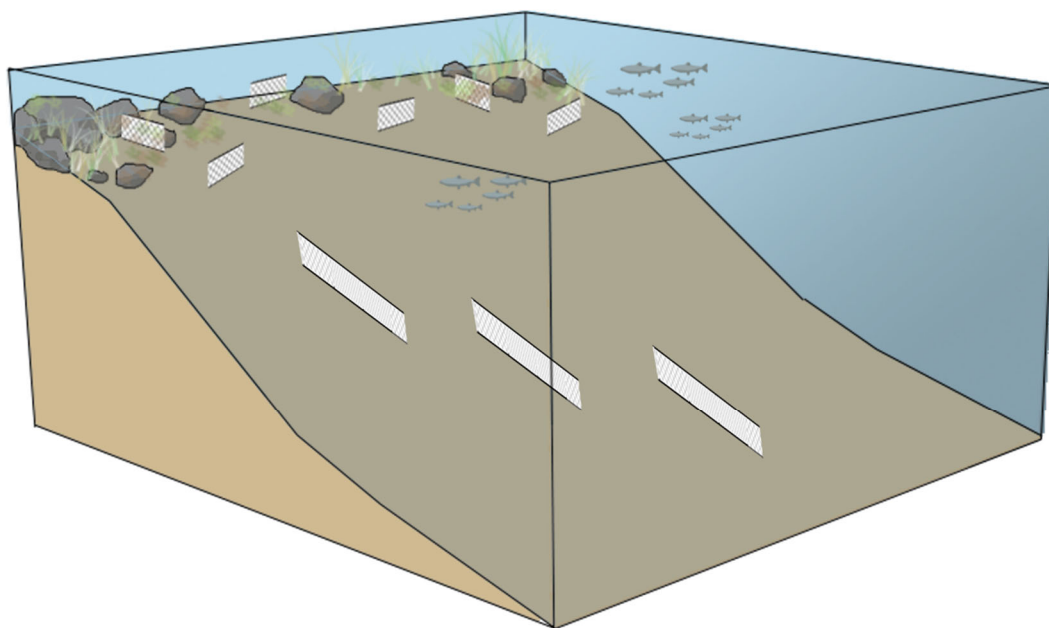
### 2.2.2 Partrål

Erfaringene fra 2015 og 2016 tilsa at partrål er en bedre egnet metode for å samle fisk av de aller fleste størrelsesgruppene av fisk som lever i det pelagiske habitatet (Sandlund mfl. 2016). Det ble derfor bestemt at pelagisk partrål skulle være standard metode for prøvefiske i de åpne vannmassene.

Ved forsøkene i 2017 ble derfor partrålen benyttet som beskrevet i Sandlund mfl. (2016). Den ene trålen er produsert i 2015 av Donsö Fiskeredskap & Skeppsfuller AB, Sverige, med 5,5 mm maskevidde i fangstposen.

### 2.2.3 Bunngarn

I 2017 ble det foretatt prøvefiske med bunngarn av typen nordisk oversiktsgarn (12 maskevidder 5-55 mm i paneler på 2,5 x 1,5 m) i alle de seks innsjøene. Opplegget for prøvefisket i FIST-prosjektet ble designet med sikte på at dette skal være overvågingsundersøkelser. Det betyr at arbeidsinnsatsen av økonomiske hensyn må være begrenset samtidig som materialet som samles inn må gi tilstrekkelig informasjon om artsforekomst og bestandsstruktur hos de viktigste artene i disse habitatene. Et viktig element som påvirker kostnadene er hvor mange dagsverk som må utføres i felt. Det må derfor vurderes hvor stor garninnsats to personer kan klare å håndtere i løpet av to netters garnfiske. I 2016 ble bunngarnfisket gjennomført på fire stasjoner med seks garn i strandsona og seks garn i to lenker å tre garn i profundalsona på hver stasjon, totalt 48 garnnetter. Erfaringene fra de seks næringsfattige innsjøene som ble undersøkt i 2016 viste, for det første, at det er behov for større garninnsats på dypere vann for å få et godt bilde av fiskefaunaen bl.a. artssammensetning og økologiske former av enkelte arter. For det andre viste erfaringene fra 2016 at to personer kan operere 30 nordisk bunngarn per døgn dersom garna er fordelt på to stasjoner, og fangsten sorteres, pakkes og fryses for hvert enkelt garn for senere prøvetaking i laboratoriet. I 2017 ble det derfor lagt opp til et standard opplegg på fire stasjoner, der innsatsen på hver stasjon var seks enkeltgarn spredt i strandsona (om lag 0-15 m dyp) og tre lenker å tre garn fordelt i 15-30 m, 30-50 m og >50 m dyp (**figur 2**). Standard fangstinnsats i hver innsjø ble dermed 60 garnnetter, og arbeidsinnsatsen med bunngarn fire dagsverk (2 personer i 2 døgn). På grunnlag av tidligere erfaringer i den arts-, fiske- og næringsrike Øyeren ble garninnsatsen der redusert til 38 garnnetter, og mannskapsinnsatsen økt til tre personer for å få gjennomført prøvefisket (Åge Brabrand, pers. komm.). I tillegg ble det i Øyeren også gjennomført forsøk med elfiskebåt i strandsona (men dessverre under vanskelige værforhold).



**Figur 2.** Skjematisk oppsett for bunngarnfiske med nordiske oversiktsgarn på hver garnstasjon ved FIST-undersøkelsene i 2017. Seks enkeltgarn i strandsona og tre lenker á tre garn på dypere vann. Tegning: Sigrid Skoglund, NINA.

## 2.2.4 Temperatur-, lys- og oksygenforhold

Fysiske og kjemiske forhold ble målt i de undersøkte innsjøene forbindelse med ØKOSTOR-programmet (Lyche Solheim mfl. 2018). I dette programmet ble også planteplankton og høyere vegetasjon samt dyreplankton registrert. Disse undersøkelsene viser at to av de seks innsjøene er svært næringsfattige (Eikesdals- og Hornindalsvatnet), med siktedyp vanligvis større enn 10 m og blålig eller grønnlig farge (**tabell 4**). Vangsvatnet er også relativt næringsfattig, men med siktedyp mindre enn 10 m. De to innsjøene i Rogaland/Agder, Lundevatnet og Byglandsfjorden, har omtrent samme siktedyp som Vangsvatnet, men en noe grønnere vannfarge kan tyde på litt større algemengder. Øyeren skiller seg derimot kraftig ut, med siktedyp mellom 1,7 og 3,0 m og vannfarge preget av brunt, gult og grønt.

En tommelfingerregel sier at det er tilstrekkelig lys til en viss primærproduksjon ned til ca. 2 x siktedypet. En pragmatisk definisjon av strandsona er derfor at den strekker seg ned til et dyp som tilsvarer 2 x siktedypet. For de seks innsjøene i **tabell 4** blir dette da ca. 30-40 m i Eikesdalsvatnet, ca. 20-25 m i Hornindalsvatnet, ca. 10-20 m i Vangsvatnet, Lundevatnet og Byglandsfjorden, og ca. 3-6 m i Øyeren.

Temperaturmålingene gjort i ØKOSTOR-prosjektet i 2017 viste at alle de seks innsjøene er relativt kalde (Lyche Solheim mfl. 2018).

**Tabell 4.** Siktedyp (m) og vannfarge målt ved hjelp av Secchi-skive i de seks undersøkte innsjøene i 2017. Fargene er subjektivt beskrevet av feltpersonell. Fra Lyche Solheim mfl. (2018).

Innsjø	Parameter	Mai	Juni	Juli	August	Sep-tember	Oktober
Eikesdalsvatnet	Siktedyp	22,5	14	14,8	16,9	13,5	14,0
	Vannfarge	blågrønn	blek grønn	blågrønn	blågrønn	blågrønn	blågrønn
Hornindalsvatnet	Siktedyp	12,5	12,5	11,7	9	10,5	11,0
	Vannfarge	blålig grønn	blålig grønn	gullig grønn	blålig grønn	grønn	blålig grønn
Vangsvatnet	Siktedyp	6,0	7,6	9,1	6,0	6,5	4,5
	Vannfarge	gullig grønn	blålig grønn	gullig grønn	blålig grønn	grønn	gullig grønn
Lundevatnet	Siktedyp	7,8	7,8	7,0	5,4	5,1	4,1
	Vannfarge	lys grønn	lys grønn	lys grønn	lys grønn	gul	gul
Byglandsfjorden	Siktedyp	8,5	8,2	5,3	5,4	6,5	5,5
	Vannfarge	lys grønn	lys grønn	grønn	lys grønn	grønn	gul
Øyeren	Siktedyp	1,8	2,4	2,5	2,5	3	1,7
	Vannfarge	gulbrun	gulbrun	gulgrønn	grønn gul	gulbrun	gullig brun

## 3 Resultater

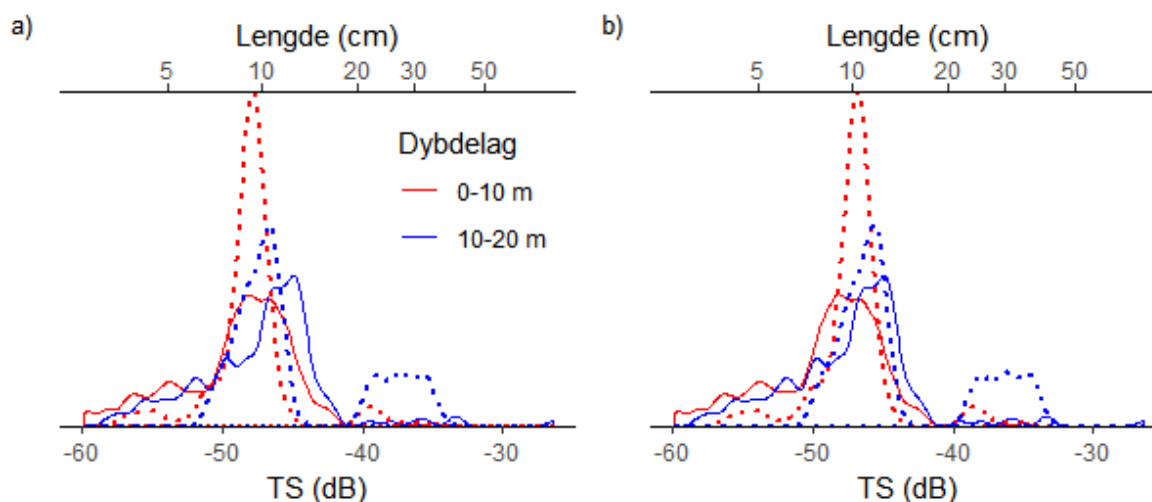
### 3.1 Ekkolodd

#### 3.1.1 Vurdering av terskler og forholdet mellom fiskelengde og ekkostyrke

Med sikte på en videreutvikling av modellene for forholdet mellom ekkostyrke (TS) og fiskelengde for ulike pelagiske fiskearter tar vi her for oss resultater fra Vegår og Aursunden. Disse innsjøene er ikke en del av FIST/ØKOSTOR-programmet, men har henholdsvis krøkle og sik som dominerende, eller nesten enerådende, i de åpne vannmassene.

Det ble gjennomført én natts ekkoloddkjøring og tråling i Vegår 28-29 august 2017, for å belyse ekkostyrken hos krøkle i et fiskesamfunn uten andre planktonspisende fiskearter i pelagialen. Dette er viktig for korrekt tolkning av resultatene fra FIST-sjøer der krøkle er viktig eller dominerende art i pelagialsona, bl.a. i Øyeren. Det ble trålet på to dyp. Det første tråltrekket ble gjort på 0-5 m dyp og gav en fangst på 113 krøkle, seks aure og én blankål på ca. 80 cm. Blankålen var uskadd og ble satt ut igjen med det samme. Det andre tråltrekket ble gjort på 11-18 m dyp, og gav en fangst på tre aure og åtte krøkle. I **figur 3** sammenlignes ekkostyrkefordelingen observert i dybdelagene 0-10 m og 10-20 m med ekkostyrkefordelingen beregnet fra fangsten ut fra funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 69,6$  (**figur 3a**), som er den sammenhengen vi kom fram til gjennom undersøkelsene i FIST-prosjektet i 2016 (Gjelland mfl. 2017). Både ekkolodd og fangst viser en svakt bredere fordeling i 10-20 m dybdelaget enn i 0-10 m dybdelaget, og vi ser også at TS-fordelingen estimert fra fangst med lengde-TS-funksjonen gir en toppforskyvning mot en noe lavere TS enn det som ble observert med ekkoloddet.

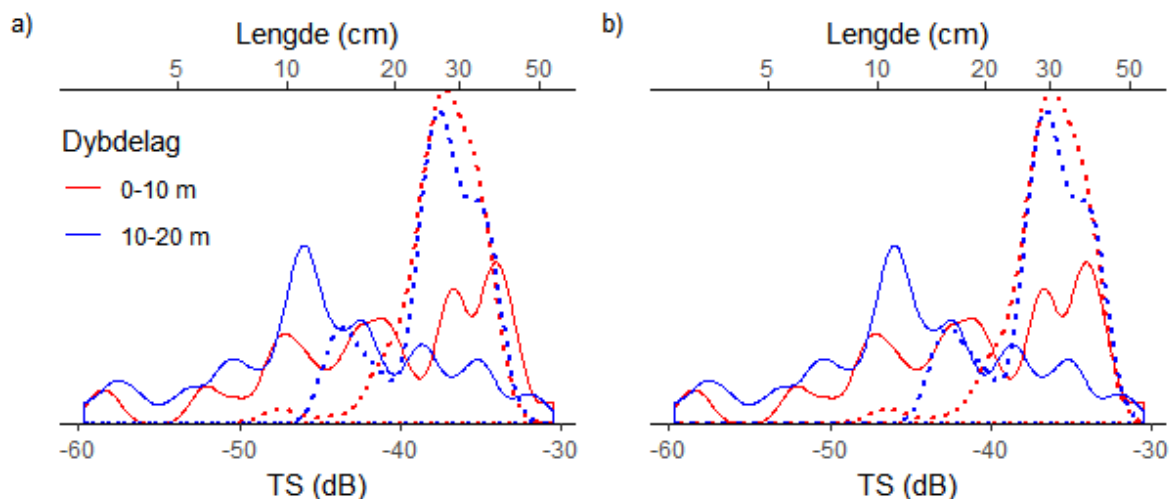
Dersom vi lar stigningsfaktoren i lengde-TS-funksjonen være uendra (22,5) og øker interseptet med 1 dB fra -69,6 til -68,6 dB, får vi et vesentlig bedre overlapp mellom de store toppene i TS-fordeling observert med ekkoloddet og TS-fordeling estimert fra fangsten (**figur 3b**). Disse store toppene representerer krøkle i det pelagiske fiskesamfunnet i Vegår. Ser vi på de lavere toppene i TS-fordeling ved TS høyere enn om lag -40 dB, tilsvarer disse aure i det pelagiske fiskesamfunnet. Vi ser også at det blir en mer presis overlapp mellom start og slutt i TS-fordelingen for aure, noe som indikerer at funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 68,6$  gir en god tilnærming til forholdet mellom lengde og ekkostyrke også for aure, som var vesentlig større enn krøkla i Vegår.



**Figur 3.** Sammenligning av fordelingen av ekkostyrke (TS) i Vegår observert med ekkolodd (heltrukken linje) og a) estimert fra fangst med funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 69,6$  (Gjelland mfl. 2017) og b) med en funksjon med 1 dB høyere intercept;  $TS = 22,5 \log(L) - 68,6$ .

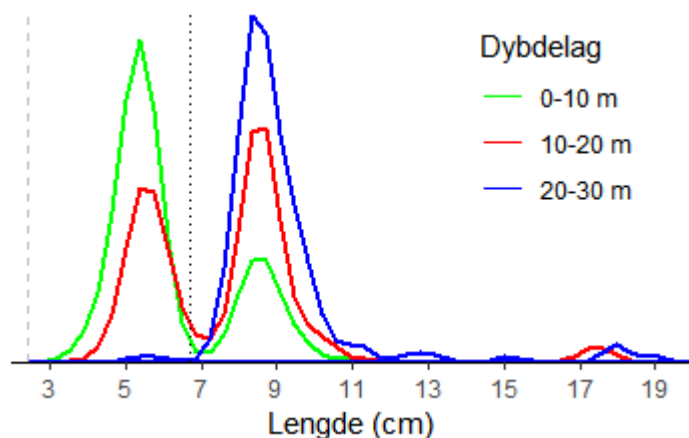


Tråling og ekkoloddregistreringer ble også gjennomført i Aursunden i 2017 (Johnsen mfl. 2019). Fangstene i Aursunden bestod i hovedsak av stor sik, og det er derfor interessant å vurdere hvordan TS-fordeling basert på fiskelengde ser ut sammenlignet med enkelttekkobservasjoner gjort med ekkoloddet. Ser vi på ekkostyrker mellom -40 og -30 dB, der hovedtyngden i TS-fordelingen fra 0-10 m ligger både i fangst og på ekkolodd, er det også her en bedre overlapp mellom observert TS og TS estimert med intersept -68,6 (**figur 4b**) enn med intersept -69,6 (**figur 4a**). For de svakeste TS-verdiene er det vanskelig å si noe sikkert om bakgrunnen for ekko i området -60 til -50 dB, da vi ikke fanget sik mindre enn 79 mm. TS-verdier målt *in situ* kan forventes å være noe svakere enn beregnede verdier grunnet fiskens svømmeadferd. Dersom fiskens kropp er vippet oppover eller nedover i forhold til ekkoloddstrålens horisontale plan (for eksempel hvis en fisk svømmer oppover eller nedover ved passering med ekkoloddet), vil styrken på fiskens ekkorefleksjon reduseres. Vi ser imidlertid topper både rundt 10, 15 og 20 cm som også går igjen i TS-fordelingen fra ekkoloddet, om enn i litt ulike proporsjoner i de ulike dybdelag (**figur 4**). Størrelsesgruppen på like over 10 cm er viktig i ekkoloddanalysene, men nesten fraværende i fangsten. Dette kan imidlertid skyldes lav fangst i dyptrålen (15 sik på 10-18 m dyp versus 119 sik på 0-18 m dyp).



**Figur 4.** Sammenligning av fordelingen av ekkostyrke (TS) i Aursunden observert med ekkolodd (heltrukken linje) og a) estimert fra fangst med funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 69,6$  (Gjelland mfl. 2017) og b) med en funksjon med 1 dB høyere intersept;  $TS = 22,5 \log(L) - 68,6$ .

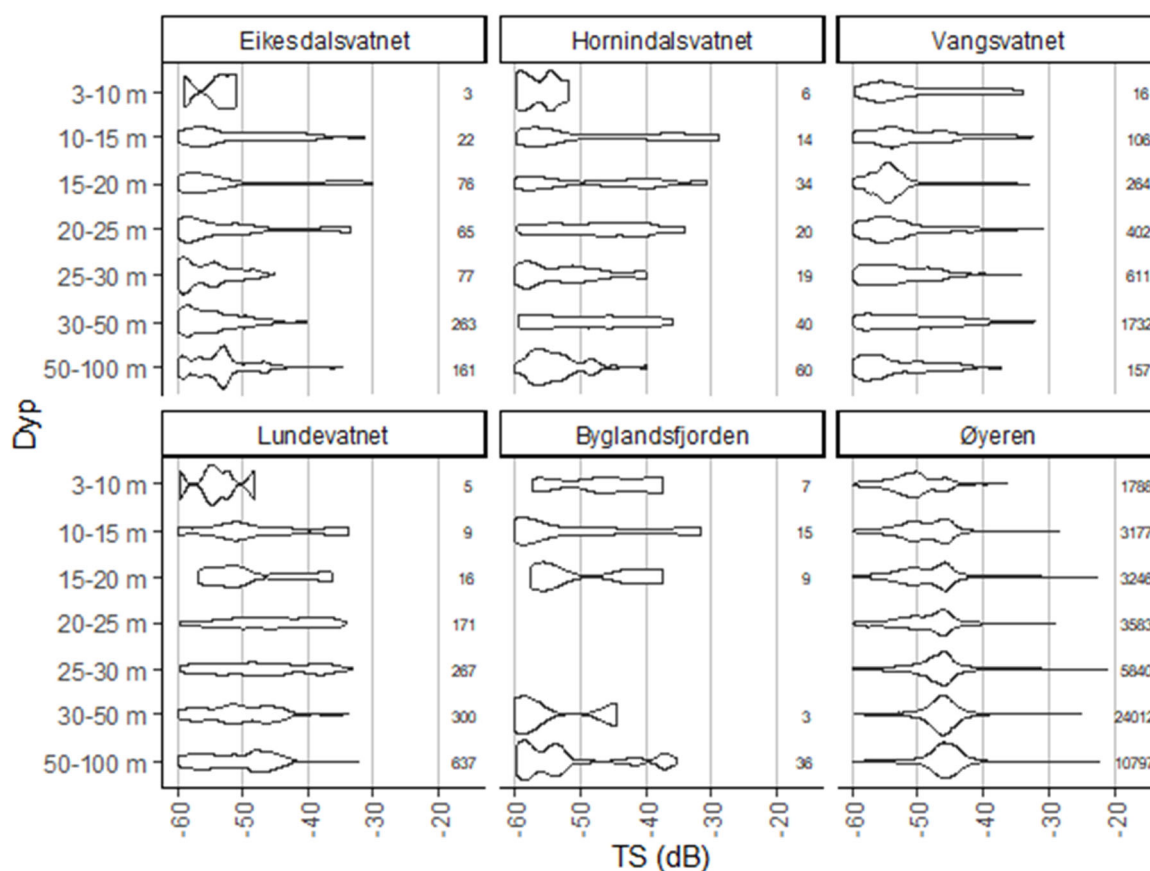
På bakgrunn av dette finner vi at funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 68,6$  gir en god tilnærming til ekkostyrke for krøkle i størrelsesgruppene som vanligvis er dominerende i fiskesamfunn med krøkle. Når vi vurderer funksjonen på størrelsesfordelingen av krøkle i Øyeren undersøkt i denne rapporten, ser vi at  $TS = -60$  dB vil være godt egnet som nedre terskel for enkelttekkodeteksjoner, og  $-50$  dB vil være godt egnet som terskel for å skille mellom årsyngel og større fisk (**figur 5**). Funksjonen gav også en god tilnærming for ekkostyrke hos stor sik. For liten til mellomstor sik, pelagisk aure og stor krøkle er tallmaterialet mindre, og i mindre grad karakterisert av klare dominerende topper i vårt materiale, og det er derfor vanskelig å si sikkert hvor godt funksjonen treffer for disse gruppene. Basert på figurene vi har vist her, konkluderer vi med at vi foreløpig ikke har grunnlag for å bruke ulike funksjoner på krøkle, sik, aure og røye.



**Figur 5.** Lengdefordeling hos krøkle fanget i Øyeren. Vi ser en klar separasjon i størrelse av årsyngel (om lag 4-7 cm) og større krøkle, hovedsakelig i størrelsesgruppa 7-11 cm. En terskel på -50 dB passer godt for å skille mellom årsyngel og eldre fisk for krøkle (loddrett prikket linje, 6,7 cm) ved bruk av funksjonen  $TS = 22,5 \log(L) - 68,6$ . Nedre terskel på -60 dB passer også godt for å fange opp den minste krøkla (loddrett stipla linje ved 2,4 cm lengde). For øvrig ser vi at innslaget av årsyngel avtar nedover i vannmassene, mens innslaget av større krøkle øker med dybden.

### 3.1.2 Ekkostyrkefordeling i de undersøkte innsjøene

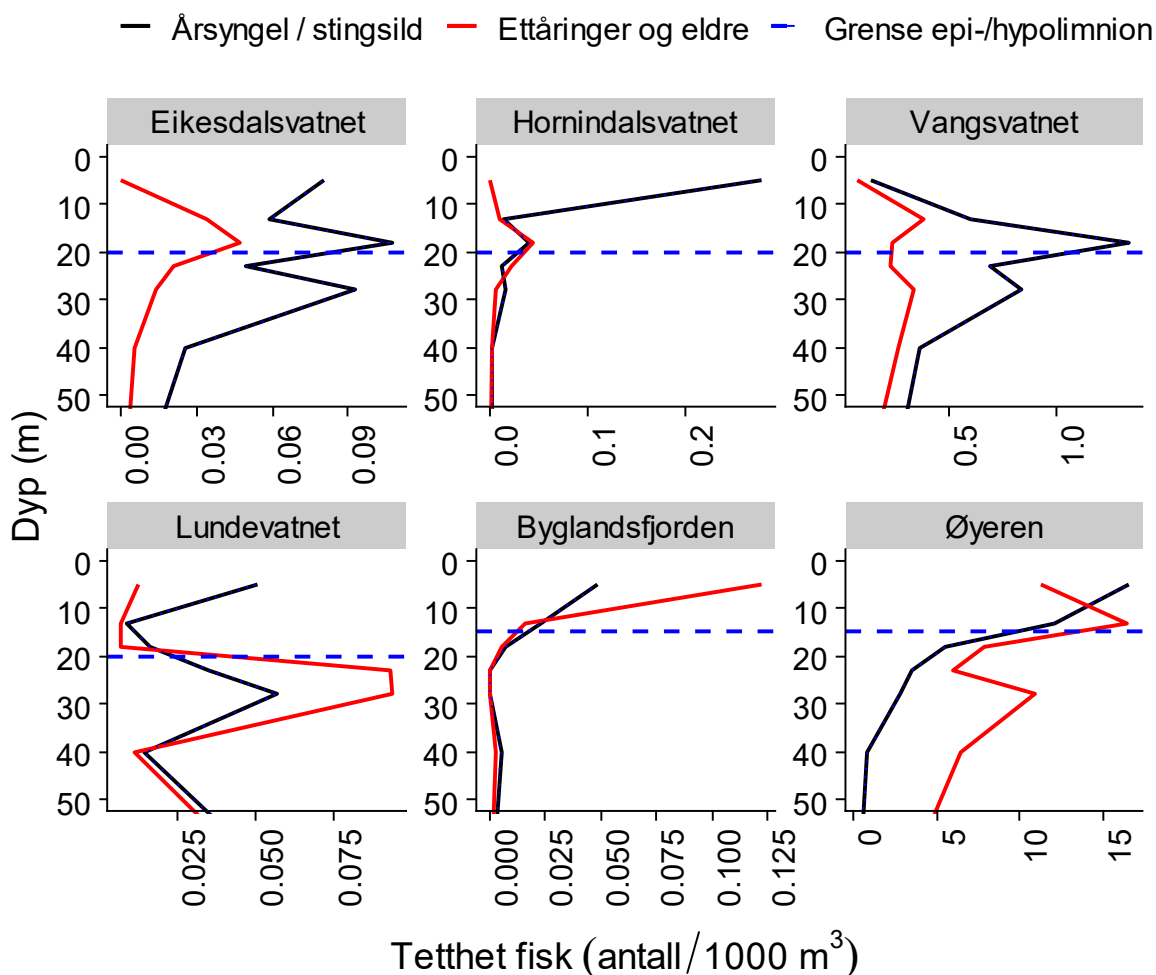
Den relative fordelingen i ekkostyrke (TS) til enkelttekko innenfor hvert av de ulike dybdelagene i de seks undersøkte innsjøene i 2017 viser at liten fisk (stingsild og årsyngel,  $TS < -50$  dB) er til stede i alle dybdelag, og til dels dominerer størrelsesfordelingene (**figur 6**). Større fisk er relativt sett viktigst i dybdelag grunnere enn 30 m, men her er det større variasjon mellom innsjøene. Unntaket er Øyeren, der det var en klar størrelsesøkning fra grunne til dypere dybdelag.



**Figur 6.** Fordeling av enkelttekkostyrke (TS) med dypet i de undersøkte sjøene i FIST-programmet i 2017. Tallene med liten skrift til høyre i hvert figurpanel angir antallet registrerte enkelttekko i det aktuelle dybdelaget. Antallet enkelttekko øker generelt med dybden, fordi volumet i ekkostrålen øker med kvadratet av dybden.

### 3.1.3 Vertikalfordeling av årsyngel og eldre fisk i ekkoloddundersøkelsene

Ekkoloddundersøkelsene viste generelt høgest volumtettheter av fisk i epilimnion, både for den minste fisken (årsyngel og stingsild) og større fisk (ettåringer og eldre) (**figur 7**). I de fleste innsjøene var det også en mindre topp i tetthet i profundalen, mellom 20 og 30 m dyp, og i Lunde- vatnet var tetthetene faktisk høyest her. Innad i epilimnion varierte det om tettheten var størst nærmest overflaten eller dypere i epilimnion (**figur 7**).

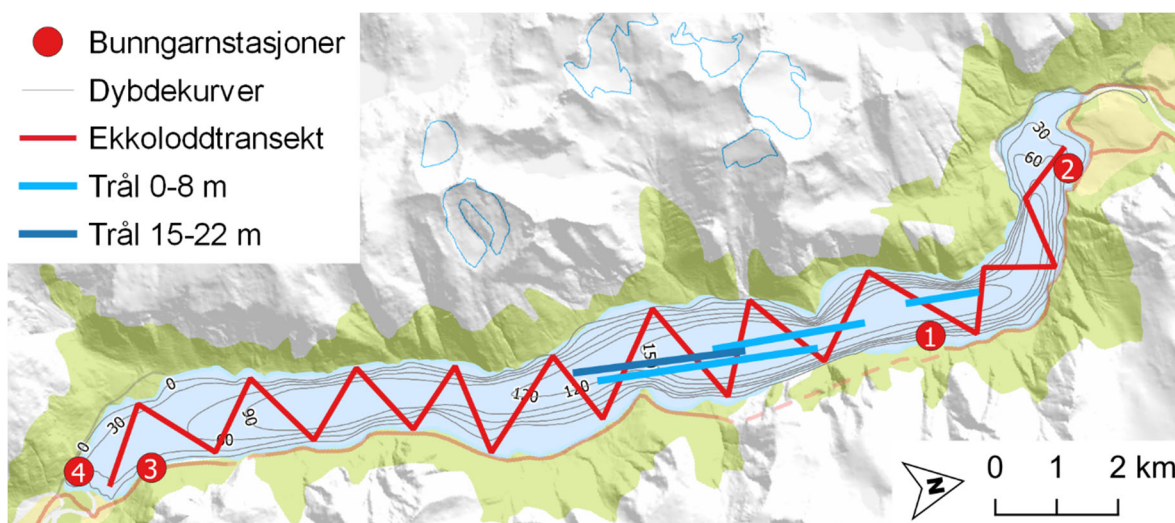


**Figur 3.5.** Vertikalprofiler som viser volumtetthet av årsyngel og stingsild eller andre småvokste fiskearter (svarte kurver) og ettårig og eldre fisk (røde kurver) i innsjøene som ble undersøkt i FIST-programmet i 2017.

## 3.2 Eikesdalsvatnet

### 3.2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet i Eikesdalsvatnet i 2017 omfattet bunngarnfiske, pelagisk tråling og hydroakustiske registreringer (ekkolodd). Bunngarnfisket ble utført 13.-15. august på fire stasjoner, med bunngarnstasjon 1 og 2 i nordenden av innsjøen nær utløpet i Eira, mens stasjon 3 og 4 var i sørenden av innsjøen nær innløpselva Aura (**figur E1**). Trålinga ble gjennomført natta mellom 14. og 15. august (**bilde E1**). Det ble først gjennomført ett tråltrekk med kun én båt og bruk av tråldørene for å se om dette kunne gi tilfredsstillende åpning i trålen. Konklusjonen var at dørene fungerte utmerket til å holde vingetau og trekktau på høyre og venstre side separat fra hverandre, men at den horisontale trållåpningen ble for liten til å gi effektiv tråling. Deretter ble det gjennomført tre tråltrekk med partråling på henholdsvis 0-8 m og 15-22 m. Ekkoloddregistreringer ble gjennomført natta mellom 15. og 16. august med 21 transekt (**figur E1**).



**Figur E1.** Eikesdalsvatnet med plassering av fire bunngarnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Trålstasjoner og ekkoloddtransekt er markert med henholdsvis blå og røde linjer.



**Bilde E1.** Pelagisk partrål (overflate, 0-8 m) i Eikesdalsvatnet. Mellom de to båtene skimtes det gule avstandstauet som bidrar til riktig åpning av trållåpningen. Lengst bak i bildet er sørenden av vatnet. Foto: KAE Bækkeli, NINA.

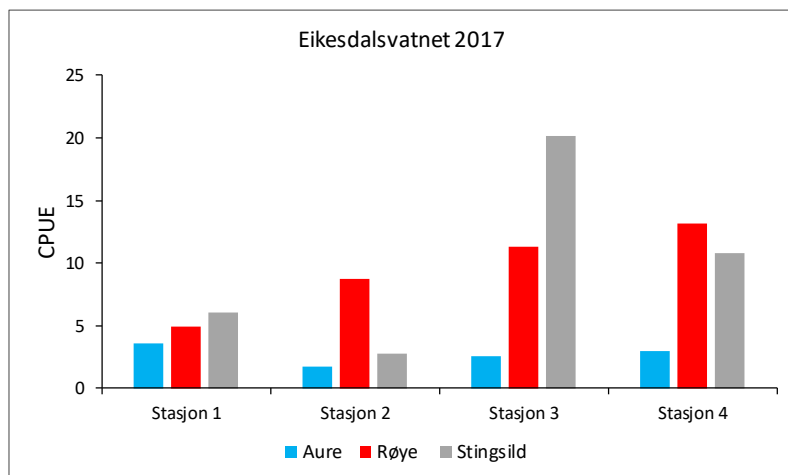
### 3.2.2 Fangster og habitatbruk

Ved prøvefisket med bunngarn i 2017 ble det fanget aure, røye og stingsild. Det finnes også laks og ål i denne innsjøen, men disse ble ikke registrert i prøvefisket. Laksen er vanligvis fåtallig i innsjøen, slik at fangst av denne arten krever en større garninnsats, mens ål som regel ikke fanges i garn. Fangstene i 2017 bestod av 95 aure, 234 røye (hvorav ett eksemplar i trålen) og 301 stingsild (**tabell E1**). Røye var mest tallrik i fangstene på alle stasjonene, fra 35 fisk på stasjon 2 til 72 fisk på stasjon 4 (**figur E2**). Også for aure var den laveste fangsten, 12 fisk, på stasjon 2, men den største fangsten, 24 fisk, ble gjort på stasjon 1. Det ble kun fanget én røye i trålfisket, i tråltrekket på 15-22 m dyp. Denne fisken var 33,4 cm lang.

**Tabell E1.** Fangster i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvefiske i Eikesdalsvatnet, august 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur E1**.

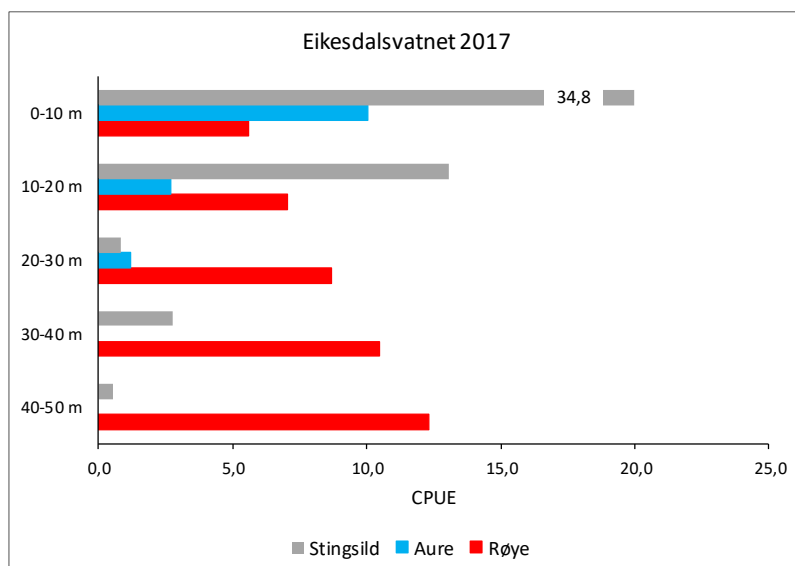
Stasjon	Antall fisk			
	Røye	Aure	Stingsild	Sum
St 1	33	24	41	98
St 2	59	12	19	90
St 3	76	17	136	229
St 4	89	20	73	182
Sum bunngarn	257	73	269	599
Pelagisk trål	1	-	-	1
	258	73	269	600

Fordelingen av aure og røye langs bunnprofilen ned til over 50 m viser at auren var mest tallrik på grunt vann (0-10 m), med avtagende fangster ned til 30 m (**figur E3**). For røya var det motsatt tendens, med minst fangster på 0-10 m og størst fangster dypere enn 50 m. Stingsilda var mest tallrik i 0-10 m dyp, men med enkelte slengere ned til over 50 m dyp. Fangstene av aure og røye varierte mellom de fire stasjonene (**figur E3**). Auren var mest tallrik på grunt vann (0-10 m) på alle stasjoner, og på stasjon 1 var det også gode fangster på 10-20 m dyp. Røya fordelte seg annerledes på stasjonene. På stasjon 1 var det gode fangster i 0-20 m dyp, og små fangster lengre ned. På stasjon 2 var det gode røyefangster på alle dyp ned til over 50 m, mens på stasjonene lengst fra utløpet (3 og 4) var det små fangster på 0-20 m og økende fangster ned mot dypet.



**Figur E2.** Fordeling av aure, røye og stingsild i bunngarnfangster på fire stasjoner i Eikesdalsvatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt.

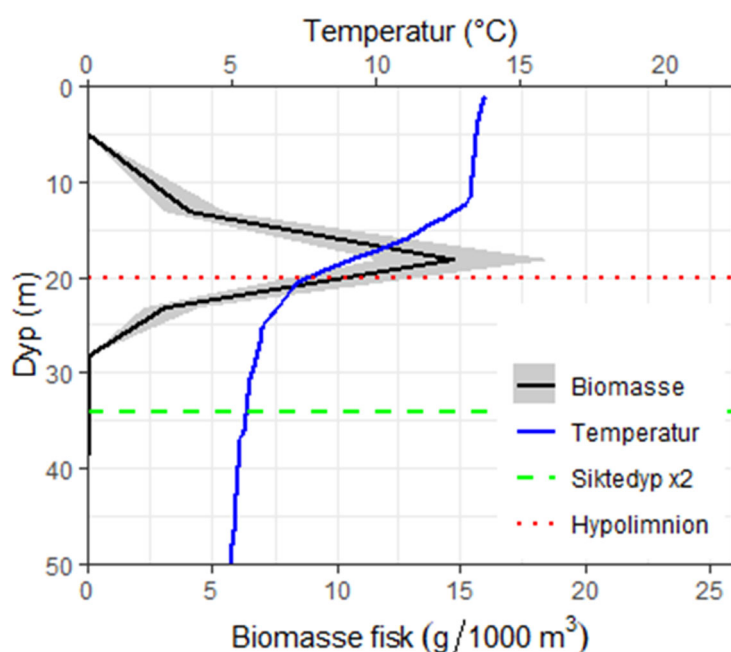




**Figur E3.** Fordeling av aure, røye og stingsild i bunngarnfangster i ulike dybdeintervaller i Eikesdalsvatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvefiskestasjoner.

### 3.2.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Eikesdalsvatnet viser en tydelig topp i metalimnion, dvs. overgangen mellom overflatelaget (epilimnion) og dyplaget (hypolimnion) definert ut fra vertikalprofilen for vanntemperatur (**figur E4**). Når vi definerer at hypolimnion er fra 20 m dyp og ned, ser vi at både antall fisk og biomasse av fisk per ha er større i 0-20 m dyp (epilimnion) enn i de dypere vannlagene (**tabell E2**). I Eikesdalsvatnet er vannet ekstremt klart, med et siktedyp på over 15 m. Dette fører til at det kan foregå en viss produksjon av planteplankton ned til over 30 m. Følgelig er lysforholdene i vannmassene gunstige for fisk som er avhengig av synet i søk etter føde.



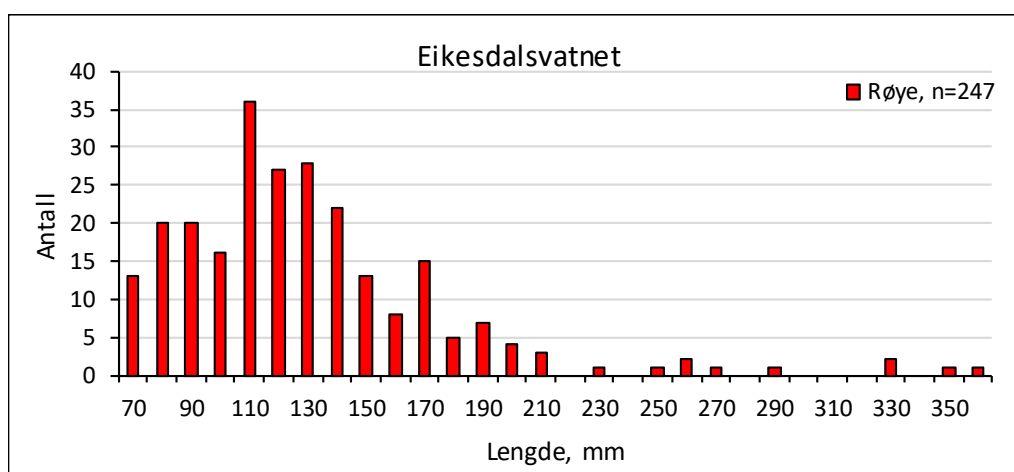
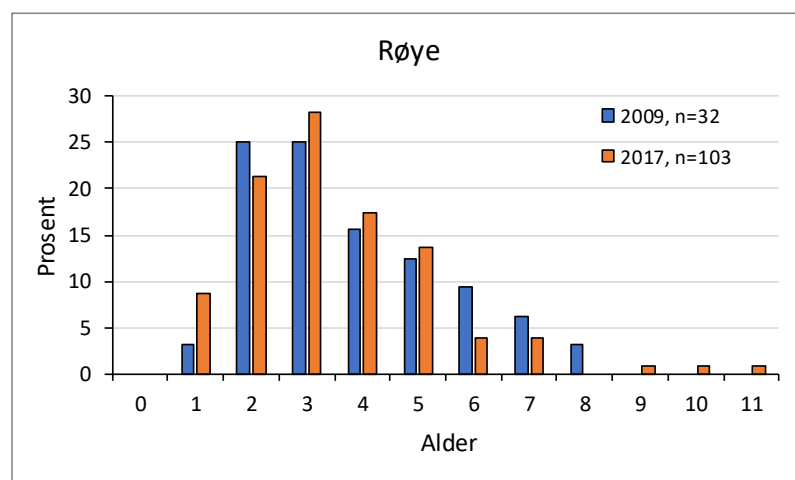
**Figur E4.** Vertikalprofil for fiske-biomasse og temperatur i Eikesdalsvatnet. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

**Tabell E2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Eikesdalsvatnet beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

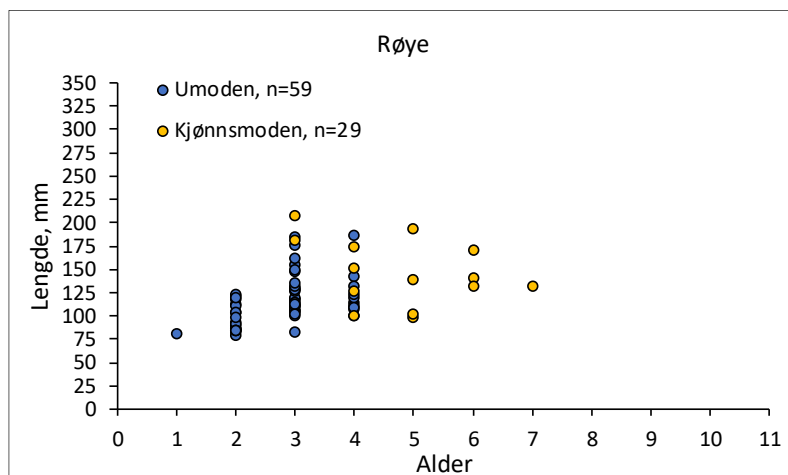
	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidens- intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	Fangst	TS
Epilimnion	20,3	5,0	3,4-6,9	1,32	0,39	0,93		266
Hypolimnion	15,8	3,0	1,2-7,1	0,23	0	0,23	363	76

### 3.2.4 Røyebestanden

Røyefangsten i Eikesdalsvatnet i august 2017 var dominert av fisk mindre enn 20 cm (**figur E5**), men med noen få fisk opp til over 35 cm. Den største røya var 37,1 cm, mens de minste individene var 6,5 cm. Fra en lengde på 11-13 cm var det et relativt jevnt avtagende antall fisk med økende lengde. Alderssammensetningen i fangstene i 2017 ble dominert av 2-5 år gammel fisk, med noen få fisk opptil 11 år (**figur E6**). Alderssammensetningen i bestanden har ikke endret seg mye siden 2009.

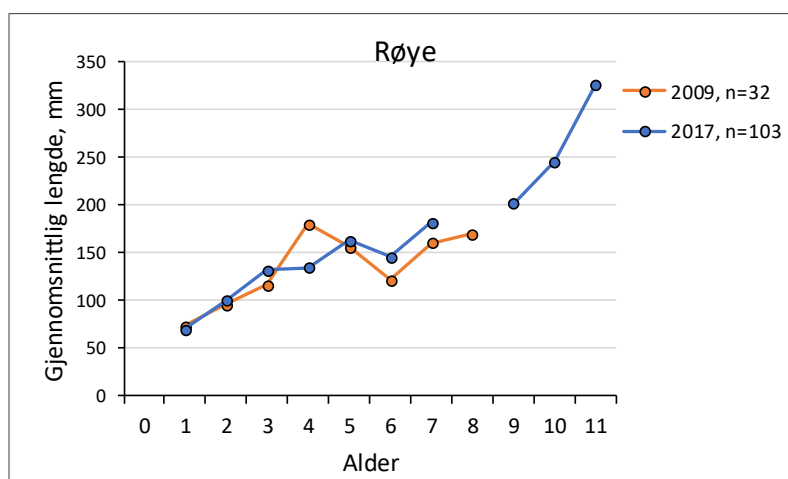
**Figur E5.** Lengdefordeling hos røye fanget i bentisk sone (med bunngarn) i Eikesdalsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.**Figur E6.** Prosentvis aldersfordeling hos røye fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet i 2009 (Hesthagen mfl. 2010) og 2017. *n* er antall fisk.

Tidligere undersøkelser har vist at røyebestanden i Eikesdalsvatnet består av to økologiske former: «normalrøye» og «dvergørøye» (Hesthagen mfl. 2010). Dvergørøya er karakterisert ved langsom vekst og kjønnsmodning ved liten størrelse, mens normalrøya kjønnsmodnes ved større størrelse. I røyematerialet fra 2017 var de yngste kjønnsmodne fiskene tre år gamle, men de var blant de største fiskene i denne aldersgruppa (mellom 16,1 og 20,7 cm, **figur E7**). I aldersgruppe 4 var både største (18,6 cm) og minste (10,1 cm) fisk kjønnsmoden. Tilsvarende var det i aldersgruppe 5, der største fisk var 26,6 cm og minste fisk 9,9 cm. Vårt materiale er for lite til en nærmere analyse av bestandsstrukturen, men alt tyder på at det fremdeles er to økologiske former av røye med ulik økologi og ulik alder og størrelse ved kjønnsmodning i Eikesdalsvatnet.



**Figur E7.** Individuell lengde ved alder hos umoden og gytemoden røye fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

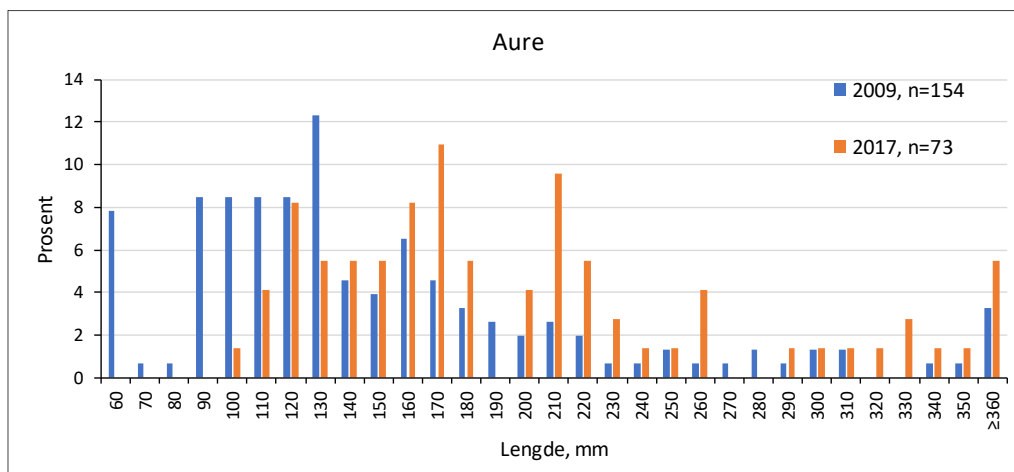
Sammenlignet med røyefangsten i 2009 var gjennomsnittlig lengde ved alder omtrent den samme som i 2017 opp til 7-8 års alder (**figur E8**). I materialet fra 2017 var det noen eldre fisk (opptil 11 år), men forekomsten av disse individene kan skyldes at det ble fanget langt flere fisk enn i 2009.



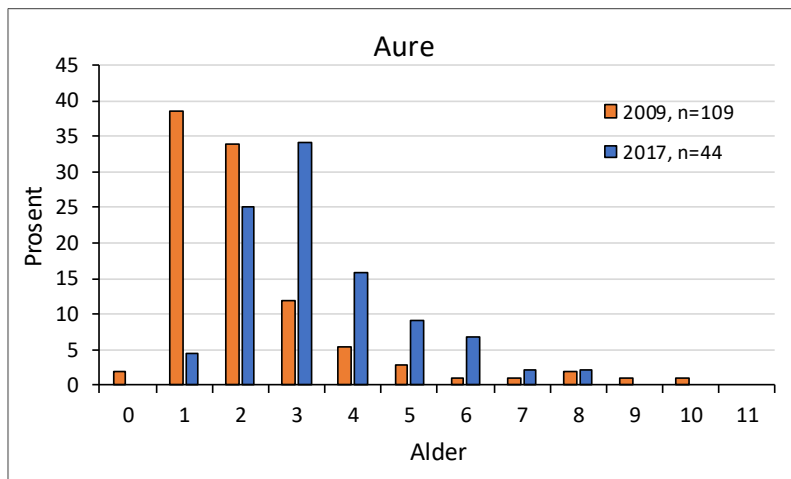
**Figur E8.** Gjennomsnittlig lengde ved alder hos røye fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet i 2009 (Hesthagen mfl. 2010) og august 2017. *n* er antall fisk.

### 3.2.5 Aurebestanden

Auren i garnfangstene i Eikesdalsvatnet i 2017 hadde lengder mellom 104 og 570 mm (**figur E9**). Det var uforholdsmessig mange fisk større enn 200 mm sammenlignet med de under 200 mm. Alderssammensetningen viser at 3-åringer var den mest tallrike aldersklassen i 2017 (**figur E10**). Sammenlignet med alderssammensetningen til auren i prøvefisket i Eikesdalsvatnet i 2009 har andelen fisk yngre enn 3 år gått kraftig tilbake. Dette kan tyde på rekrutteringssvikt hos auren i Eikesdalsvatnet. Det var også flere fisk eldre enn åtte år i materialet fra 2009. Dette kan skyldes at antall fisk var langt større i 2009 enn i 2017.

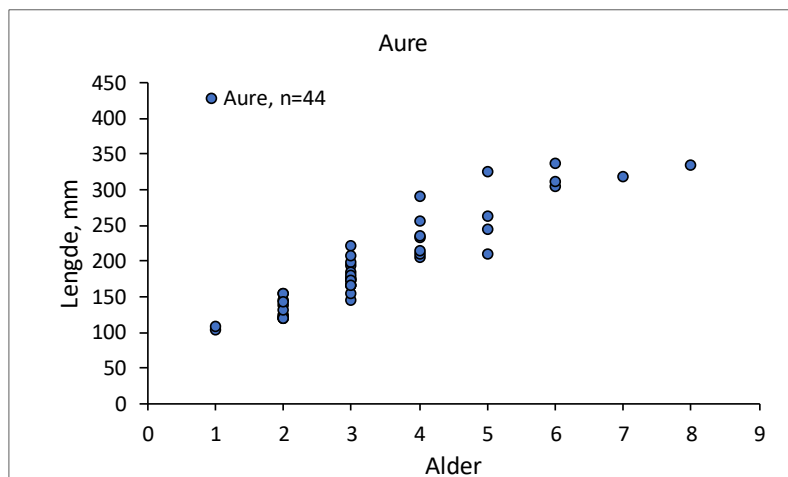


**Figur E9.** Lengdefordeling av aure fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet i august 2009 og 2017. *n* er antall fisk.

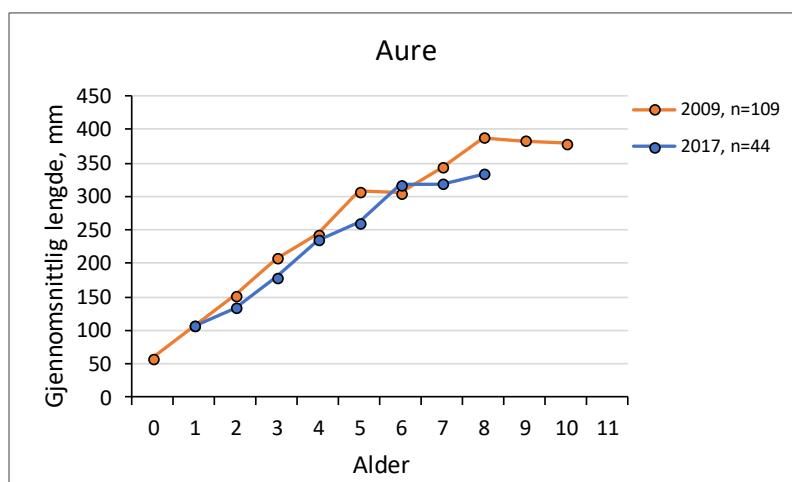


**Figur E10.** Aldersfordelingen hos aure fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet i 2017 sammenlignet med 2009 (Hesthagen mfl. 2010). *n* er antall fisk.

Lengde ved alder hos auren i Eikesdalsvatnet tyder på en jevn vekst på ca. 5 cm i året fram til 6-7 års alder (**figur E11**). Det var ikke store endringer i vekst beregnet ut fra lengde ved alder fra 2009 til 2017 (**figur E12**), selv om det gjennomgående ser ut til at veksten var noe svakere i 2017.



**Figur E11.** Individuell lengde ved alder hos aure fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.



**Figur E12.** Gjennomsnittlig lengde ved alder hos aure fanget i bentisk sone i Eikesdalsvatnet i 2009 (Hesthagen mfl. 2010) og i august 2017. *n* er antall fisk.

### 3.2.6 Økologisk tilstand

Vi kan ikke fastsette noen referansetilstand for fisk i Eikesdalsvatnet, men det ble gjennomført en nokså omfattende undersøkelse i 2009 som kan danne grunnlag for en vurdering av eventuelle endringer i løpet av snaut ti år. Innsjøen ble også prøvefisket i 1994, og endringene mellom 1994 og 2009 er diskutert av Hesthagen mfl. (2010). Resultatene fra prøvefisket i 2009 og 2017 tyder på store endringer i fiskesamfunnet, med en forskyvning fra en dominans av aure til en dominans av røye. Total fangst i bunngarn (både nordiske oversiktsgarn og enkeltgarn) i 2009 var 302 fisk, hvorav 51 % var aure, 12 % var røye og 37 % var stingsild. I 2017 utgjorde fangsten i nordiske bunngarn 599 fisk fordelt på 12 % aure, 43 % røye og 45 % stingsild. Andelen stingsild ser ut til å være relativt stabil, mens andelen aure har gått ned og røye har økt.

Total fangst av laksefisk (aure, røye, laks) per innsats (CPUE, antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal og natt) hadde ikke endret seg så mye, fra 10,9 fisk i 2009 til 12,2 fisk i 2017. Det har imidlertid vært en kraftig forskyvning som reflekterer endringen i artsdominans, i og med at aurefangsten (CPUE) har blitt redusert fra 8,4 til 2,7 fisk, mens røyefangstene har økt fra 2,2 til 9,5 fisk. Alderssammensetningen i aurebestanden i 2017 tyder på noen år med svakere rekruttering enn det man så i 2009. Årsaken til dette er imidlertid ukjent. Hesthagen mfl. (2010) antok at det

skjedde auregyting i innsjøen, ettersom tilgjengelig gyteareal i tilløpselva Aura er svært begrenset på grunn av reguleringen, og det ser ut til å være begrenset gyting av aure i utløpselva Eira (som er dominert av laks; se f.eks. Jensen mfl. 2014). Eikesdalsvatnet er ellers et stabilt innsjøsystem, så det er vanskelig å se hvordan forholdene i innsjøen kan ha endret seg så mye at det har gått ut over aurens muligheter til gyting. Det er trolig mer sannsynlig at elvene er viktige for gytingen, og at forholdene i kan variere så mye fra år til år at det påvirker rekrutteringen til aurebestanden.

Klassifisering av fiskebestandens status kan utføres på grunnlag av prosentvis bestandsendring (Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018). Ettersom CPUE-verdiene for aure og røye samlet har økt fra 2009 (10,9 fisk) til 2017 (12,2 fisk) blir tilstandsklassen «svært god». Hvis vi bare betrakter aurefangsten har den gått tilbake nesten 70 %, noe som ville tilsvare «dårlig» tilstand, mens røyefangsten er mer enn firedoblet. Indeksen %bestandsnedgang er ikke designet for å håndtere økning i bestander.

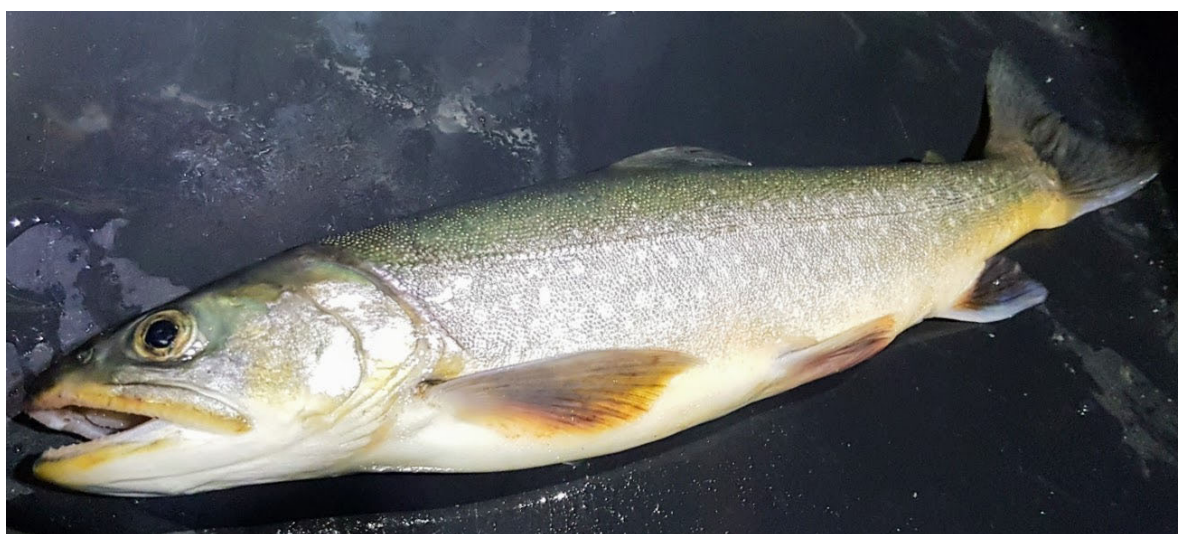
En annen forskjell i Eikesdalsvatnet fra 2009 til 2017 var fangsten i de åpne vannmassene. I 2009 ble det fisket med flytegarn 10-43 mm og fanget 32 aure og seks røye, mens det i tre tråltrekk i 2017 ble fanget kun én røye (**bilde E2**). Selv om det ble anvendt forskjellig fangstmetode, tyder resultatene på at langt færre fisk oppholdt seg i de åpne vannmassene i 2017 enn i 2009.

På grunnlag av ekkoloddregistreringene ble biomassen av fisk i pelagialen beregnet til 3,6 tonn, eller 1,55 kg/ha fordelt med ca. 25 % på aure og 75 % på røye (**tabell E3**).

WS-FBI-indeksen tilsier at fiskebestanden i Eikesdalsvatnet er i «svært god» tilstand (**tabell E3**). Dette er i godt samsvar med tilstandsklassifiseringen på grunnlag av andre kvalitetselementer (Lyche Solheim mfl. 2018).

**Tabell E3.** Estimert biomasse av pelagisk aure og røye i Eikesdalsvatnet. Merk at årsyngel og stingsild ikke er med i biomasse-estimatene.

Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Transekt- lengde (km)	Deknings- grad	Biomasse (fisk/ha)		Total bio- masse (t)	WS- FBI	Norm, EQR	Status
			Aure	Røye				
23.14	27.2	5.7	0.39	1.16	3.6	4.88	1.44	SG



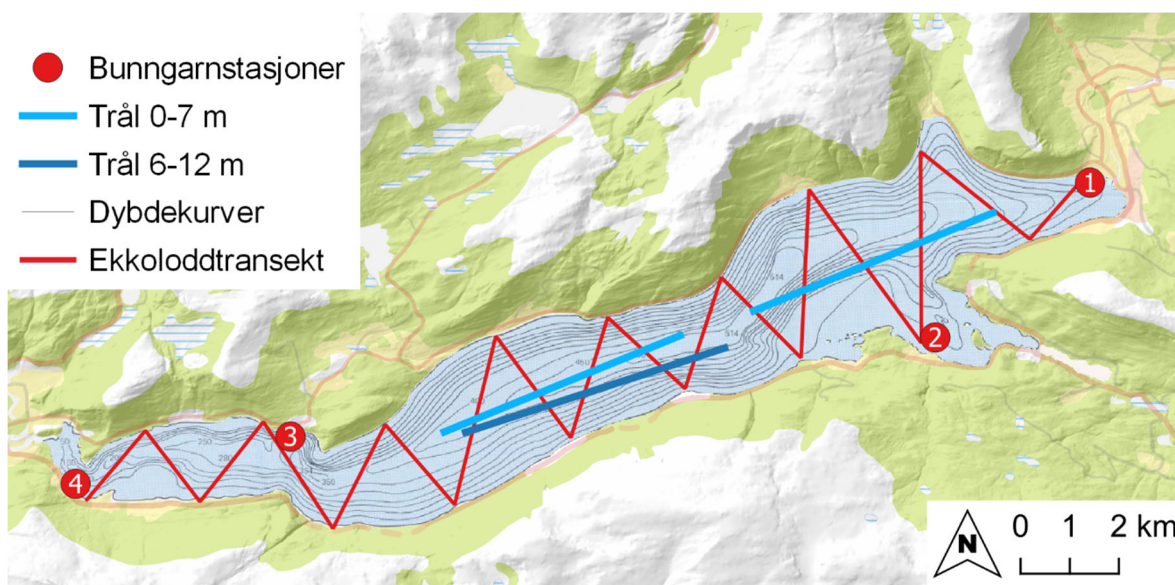
**Bilde E2.** Røye fanget i pelagisk partrål i Eikesdalsvatnet, 33,4 cm lang. Foto: Knut Andreas E. Bækkeli, NINA.



### 3.3 Hornindalsvatnet

#### 3.3.1 Feltarbeid

Prøvefisket med bunngarn i Hornindalsvatnet ble gjennomført 17.-19. august på fire stasjoner (**figur H1**) fra strandsona ned til ca. 50 m dyp. Tråling ble gjennomført 17.-18. august med tre tråltrekk; to tråltrekk på 0-7 m dyp med varighet henholdsvis 72 minutter og 61 minutter, og ett tråltrekk på 13-20 m dyp og varighet 63 minutter. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 16.-17. august med 15 transekt (**figur H1**).



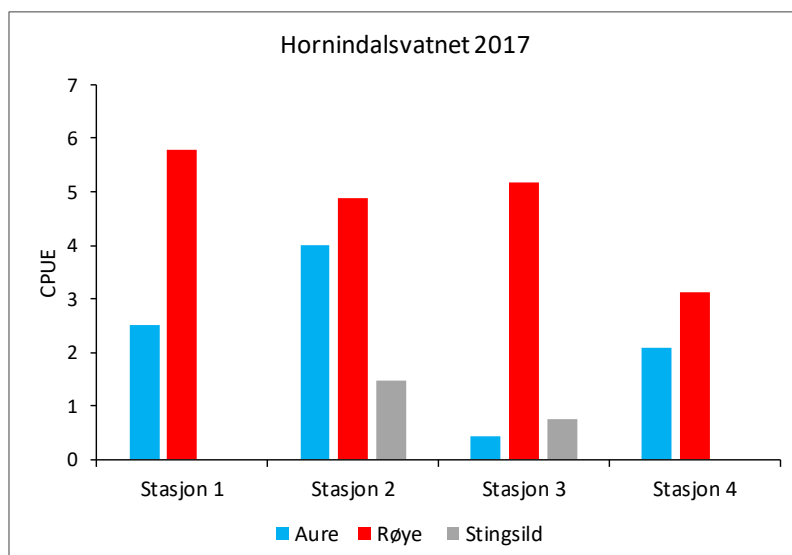
**Figur H1.** Hornindalsvatnet med plassering av fire bunngarnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Trålstasjoner og ekkoloddtransekt er markert med henholdsvis blå og røde linjer.

#### 3.3.2 Fangster og habitatbruk

Bunngarnfangstene i 2017 viste en dominans av røye (68 %) over aure (32 %). Trålfangstene var små, men dominert av aure (12 av 13 fisk) (**tabell H1**). Røye var mest tallrik på alle bunngarnstasjonene (**figur H2**). Fangstene av stingsild var relativt små i denne innsjøen. Dette kan skyldes både at de stasjonene som ble valgt ikke var gunstige habitater for stingsild, eller at stingsildbestanden i Hornindalsvatnet ikke er tallrik.

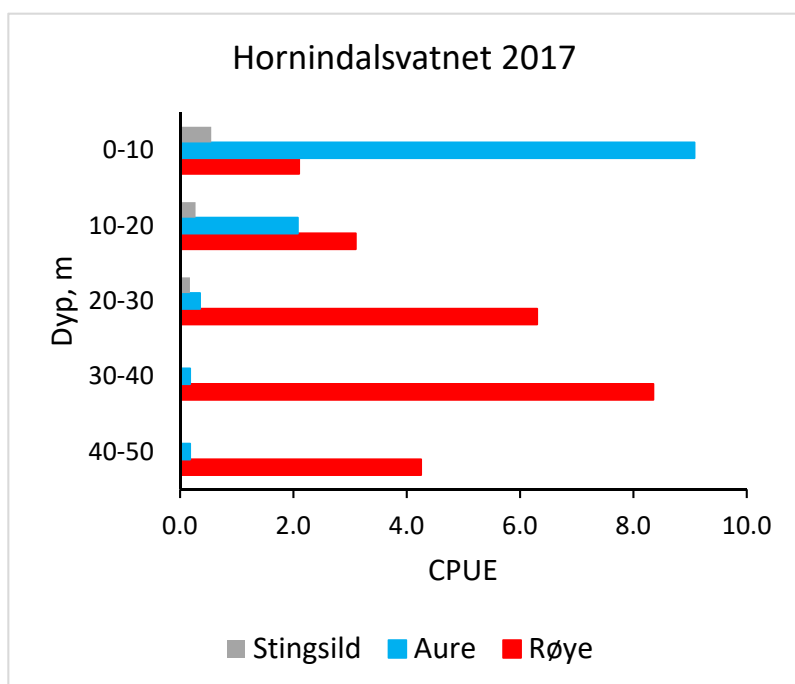
**Tabell H1.** Fangster i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvefiske i Hornindalsvatnet, august 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur H1**.

Stasjon	Antall fisk			
	Røye	Aure	Stingsild	Sum
St 1	39	17	0	56
St 2	33	27	10	70
St 3	35	3	5	43
St 4	21	14	0	35
Sum bunngarn	128	61	0	204
Trål	1	12	0	13
Sum	129	73	15	217



**Figur H2.** Fordeling av aure, røye og stingsild fanget i bentisk sone (CPUE) på fire stasjoner i Hornindalsvatnet i 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt.

Fangsten av de tre fiskeartene fordelte seg langs bunnen på den måten som er vanlig når disse artene lever sammen i dype innsjøer (**figur H3**). Både aure og stingsild var mest tallrik i 0-10 m dyp, men det ble tatt enkelte aure ned til 50 m dyp. Røya, derimot, var mest tallrik på større dyp, med størst fangst på 30-40 m.

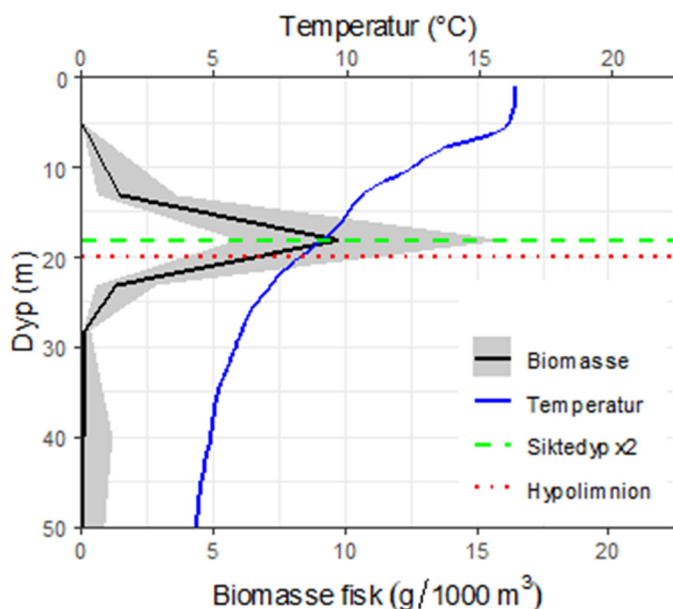


**Figur H3.** Fordeling av stingsild, aure og røye i bunngarnfangster i ulike dybdeintervaller i Hornindalsvatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvofiskestasjoner.



### 3.3.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Hornindalsvatnet viser en tydelig topp på ca. 18 m dyp, dvs. nokså nøyaktig på 2 x siktedyp, der vanntemperaturen var ca. 8 °C (**figur H4**). Dette er noe grunnere enn grensen for hypolimnion (20 m og dypere). Både antall fisk og biomasse av fisk per ha er større i 0-20 m dyp (epilimnion) enn i de dypere vannlagene (**tabell H2**).



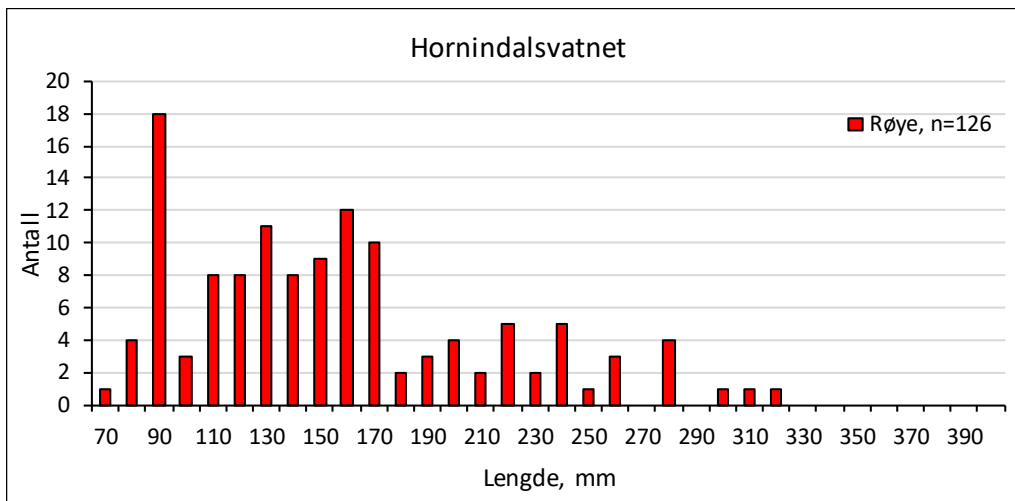
**Figur H4.** Vertikalprofil for fiskebiomasse og temperatur i Hornindalsvatnet. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

**Tabell H2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Hornindalsvatnet beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

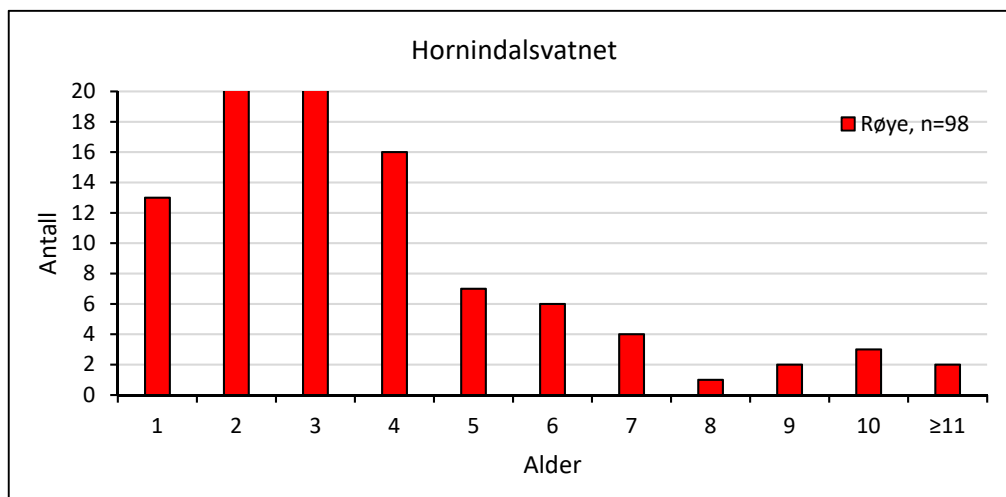
	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidens- intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	Fangst	TS
Epilimnion	33.1	4.7	1.9-9.6	1.25	1.14	0.11	170	265
Hypolimnion	4.0	2.0	0.0-27.8	0.10	0	0.10	106	50

### 3.3.4 Røyebestanden

Røyematerialet fra Hornindalsvatnet omfattet fisk mellom 72 og 323 mm (**figur H5**). Fisk mindre enn 180 mm dominerte i antall, og det var få individer over 250 mm. Aldersfordelingen i materialet viste at aldersgruppene 1-4 dominerte i antall (**figur H6**). Det var jevnt avtakende antall fisk i aldersgruppene fra tre til åtte, men med noe flere fisk i aldersgruppe 9 og 10. Dette kan tyde på jevn, men kanskje noe variabel rekruttering til bestanden.

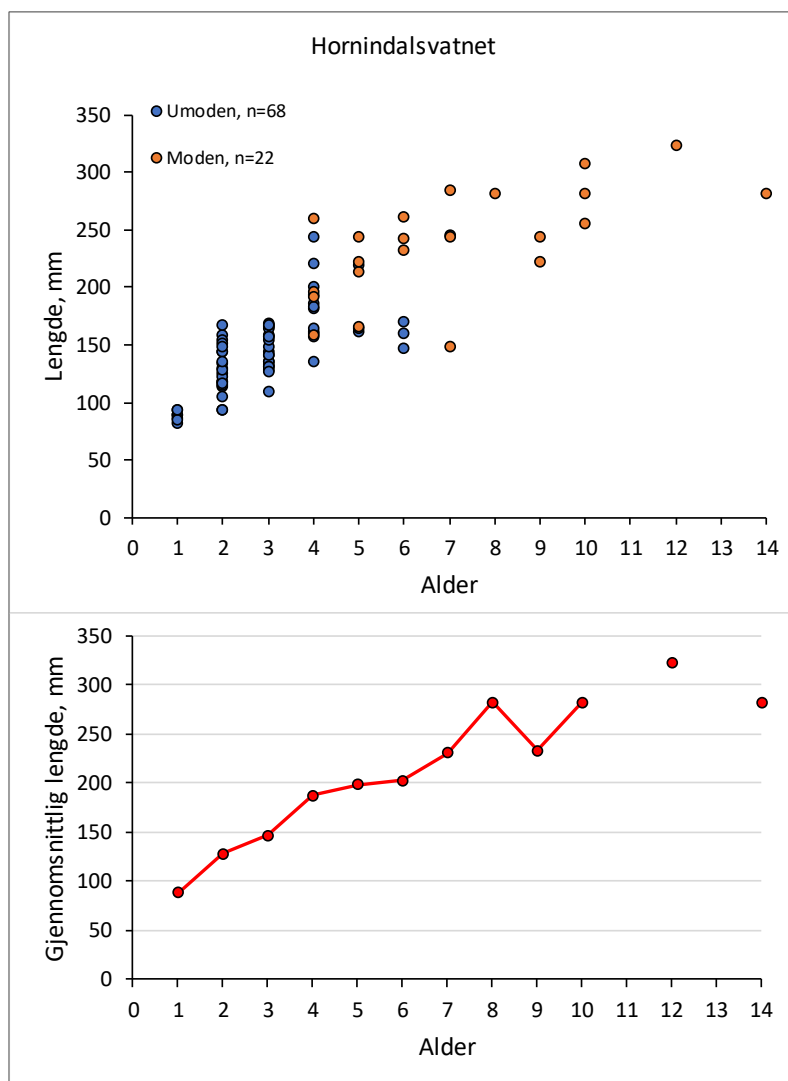


**Figur H5.** Lengdefordeling av røye fanget i bentisk sone i Hornindalsvatnet i august 2017. n er antall fisk.



**Figur H6.** Aldersfordeling hos røye fanget i bentisk sone i Hornindalsvatnet i august 2017. n er antall fisk.

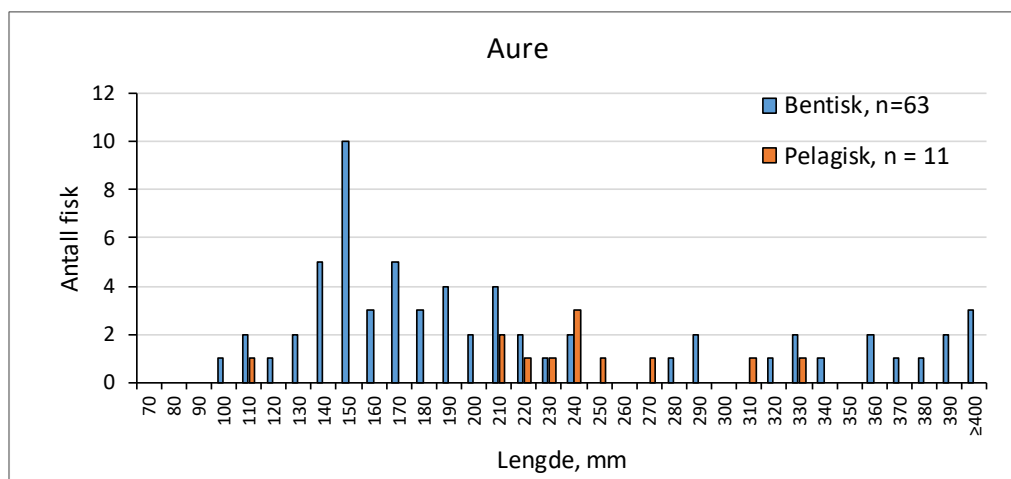
Vurdert ut fra lengde ved alder var det stor variasjon i veksten hos røya i Hornindalsvatnet (**figur H7**). Forekomsten av gytemoden fisk innen hver aldersgruppe kan tyde på at det er to økologiske former av røye. I aldersgruppe 4 var største og minste gytemodne fisk hhv. 260 og 159 mm (begge var hunnfisk). I aldersgruppene 5 og 7 var det også småvokst kjønnsmoden fisk (hhv. 165 og 148 mm). Hovedmengden av fisk i aldersgruppe 5 og eldre var imidlertid større enn 200 mm, og fra aldersgruppe 6 og eldre var alle fiskene over 200 mm gytemodne. Kurven for gjennomsnittlig lengde ved alder påvirkes av denne todelingen av bestanden, samt at det er få fisk i de eldre aldersgruppene (**figur H7**).



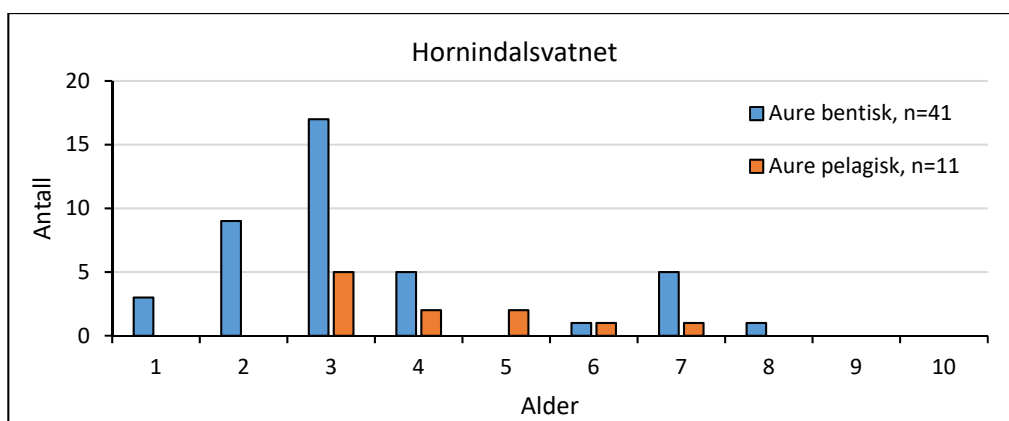
**Figur H7.** Individuell lengde ved alder hos umoden og gytemoden røye (øverst) og gjennomsnittlig lengde ved alder (nederst) fanget i bentisk sone i Hornindalsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

### 3.3.5 Aurebestanden

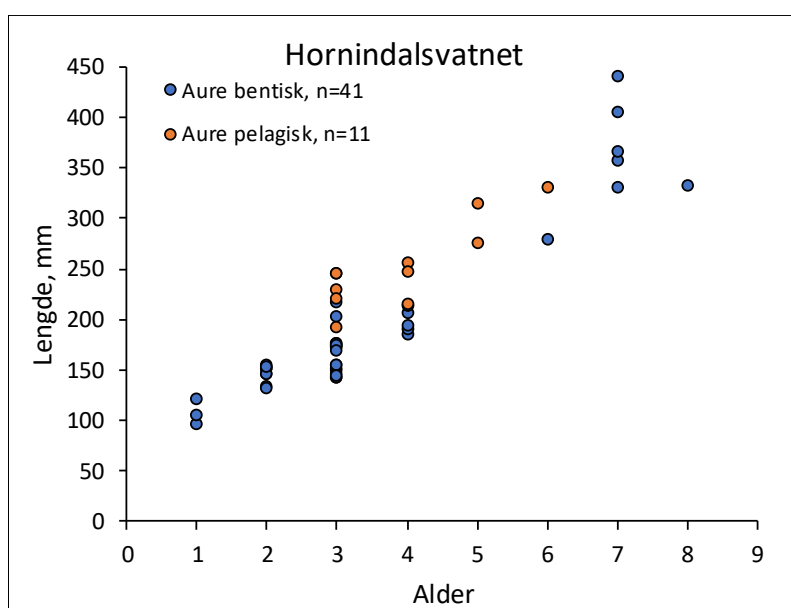
Prøvegarnfangsten av aure i Hornindalsvatnet omfattet fisk mellom 97 og 441 mm (**figur H8**). Fisk omkring 150 mm var mest tallrik i fangsten, men det var også 16 fisk (25 %) som var større enn 250 mm. Det er derfor sannsynlig at en del av aurebestanden i Hornindalsvatnet slår over på fiskeføde. Alderssammensetningen i aurefangstene kan imidlertid også tyde på at det er variabel rekruttering (**figur H9**). Lengdefordelingen av aure fanget i den pelagiske trålen viser at det stort sett var fisk mellom 200 og 300 mm som oppholder seg i de åpne vannmassene (**figur H8, H9**). Lengde ved alder hos auren antyder en årlig tilvekst på i underkant av 50 mm fram til sju års alder (**figur H10**). Materialet er imidlertid for lite til noen nærmere analyse.



**Figur H8.** Lengdefordeling hos aure fanget i bentisk og pelagisk sone i Hornindalsvatnet i august 2017. n er antall fisk.



**Figur H9.** Aldersfordeling hos aure fanget i bentisk og pelagisk sone i Hornindalsvatnet i august 2017. n er antall fisk.



**Figur H10.** Individuell lengde ved alder hos aure fanget i bentisk og pelagisk sone i Hornindalsvatnet, august 2017. n er antall fisk.

### 3.3.6 Økologisk tilstand

Den pelagiske fiskebestanden i Hornindalsvatnet er beregnet til 6,8 tonn, eller 1,34 kg/ha fordelt på 15 % røye og 85 % aure (**tabell H3**).

Vi har ikke tidligere prøvefiske i Hornindalsvatnet, slik at den eneste indeksen som kan anvendes til å fastsette fiskebestandens tilstand er WS-FBI, som viser fiskebestandens respons på eutrofiering gjennom forholdet mellom biomasse i epi- og hypolimnion. For Hornindalsvatnet gir dette «svært god» tilstand (**tabell H3**). Dette er i godt samsvar med tilstandsklassifiseringen på grunnlag av andre kvalitetselementer (Lyche Solheim mfl. 2018).

**Tabell H3.** Estimert biomasse av pelagisk aure og røye i Hornindalsvatnet. Merk at årsyngel og stingsild ikke er med i biomasse-estimatene.

Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Transekt- lengde (km)	Deknings- grad	Biomasse (fisk/ha)		Total bio- masse (t)	WS- FBI	Norm, EQR	Status
			Aure	Røye				
50.76	38.6	5.4	1.14	0.20	6.8	5.41	1.56	SG

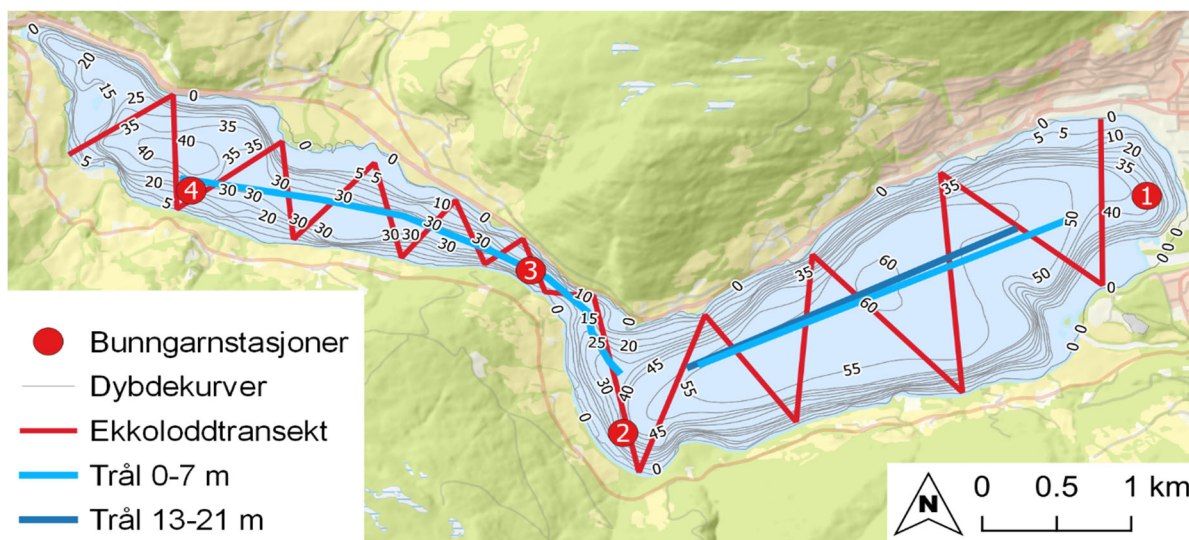


**Bilde H1.** Bunngarnfiske i Hornindalsvatnet. Foto: Knut Andreas E. Bækkelie, NINA.

### 3.4 Vangsvatnet

#### 3.4.1 Feltarbeid

Prøvefisket med bunngarn ble gjennomført på fire stasjoner i Vangsvatnet 21.-23. august (**figur V1**). Bunngarnfisket ble gjennomført fra strandsona ned til ca. 50 m dyp. Tråling ble gjennomført 21.-22. august med fem tråltrekk; to korte tråltrekk for test som ikke ga resultat på grunn av hekting/kryssing av vingetau i tråldører, to tråltrekk på 0-7 m dyp og varighet henholdsvis 32 minutt og 42 minutt, og ett tråltrekk på 13-21 m dyp med varighet 45 minutt. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 19.-20. august med 19 transekt (**figur V1**).



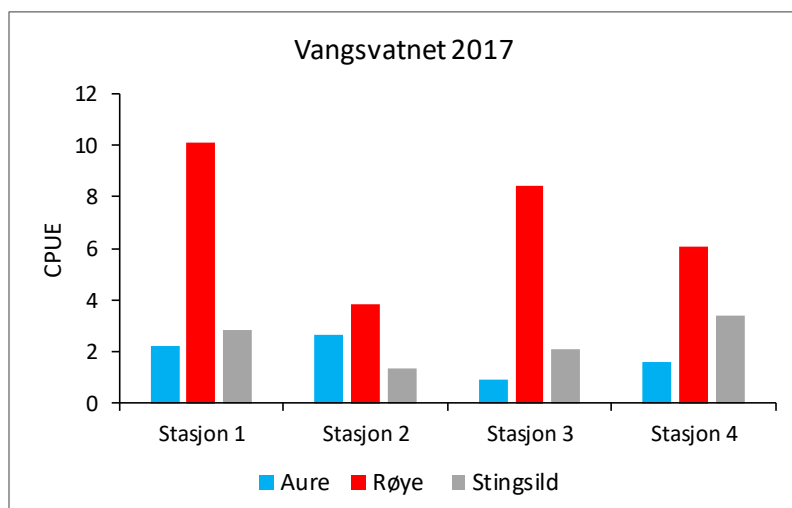
**Figur V1.** Vangsvatnet med plassering av fire bunngarnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Trålstasjoner og ekkoloddtransekt er markert med henholdsvis blå og røde linjer.

#### 3.4.2 Fangster og habitatbruk

Det ble fanget aure, røye og stingsild i Vangsvatnet. Det finnes også laks og ål i innsjøen, men disse ble ikke registrert i prøvefisket. Laksen er vanligvis fåtallig i innsjøen, slik at fangst av denne arten krever en større garninnsats, mens ål vanligvis ikke vil bli fanget i garn. I bunngarnfangstene ble det fanget i alt 307 fisk (**tabell V1**), av dette utgjorde røye 66 %, aure 16 % og stingsild 21 %. Røye var mest tallrik i fangsten på alle bunngarnstasjonene (**figur V2**). Trålfangsten bestod av røye og aure, med røye som dominerende art ved å utgjøre 87 % av fangsten.

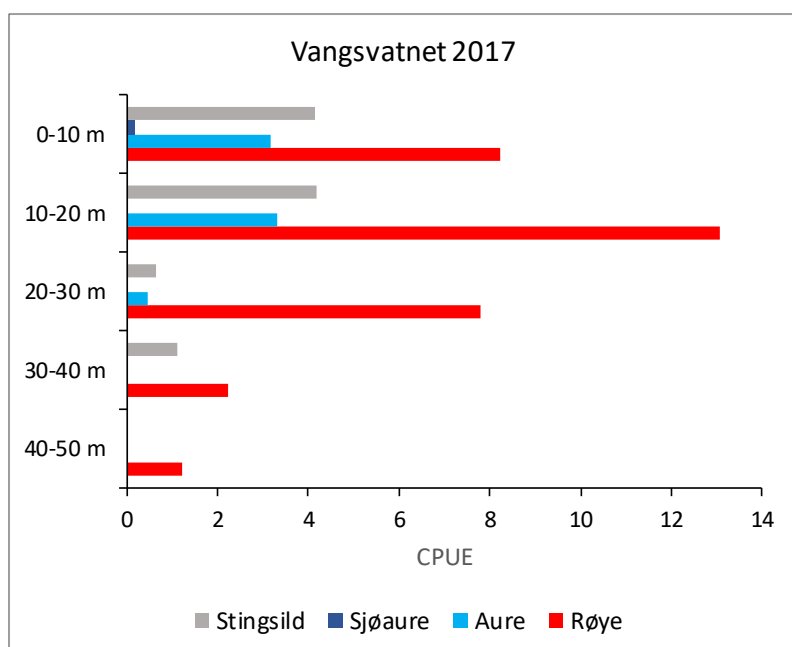
**Tabell V1.** Fangster i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvefiske i Vangsvatnet, august 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur V1**.

Stasjon	Antall fisk			
	Røye	Aure	Stingsild	Sum
St 1	68	15	19	102
St 2	26	18	9	53
St 3	57	6	14	77
St 4	41	11	23	75
Sum bunngarn	192	50	65	307
Trål	62	9	0	71
Sum	254	59	65	378



**Figur V2.** Fordeling av aure, røye og stingsild (CPUE) fanget i bentisk sone på fire stasjoner i Vangsvatnet, august 2017. Aurefangstene inkluderte også to sjøaurer, på stasjon 2 og 4. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt.

Aure og stingsild var mest tallrike i fangstene på 0-20 m dyp (**figur V3**), men aure ble også fanget ned mot 30 m, mens enkelte stingsild ble fanget ned mot 40 m. De to aurene som kunne bestemmes til sjøaure (dvs. hadde trekk som avslørte at de hadde vært ute i saltvann) ble begge fanget på grunt vann (0-10 m). Røye ble fanget i alle dyp ned til 50 m, med størst fangst på 10-20 dyp, men også gode fangster på 0-10 og 20-30 m dyp.

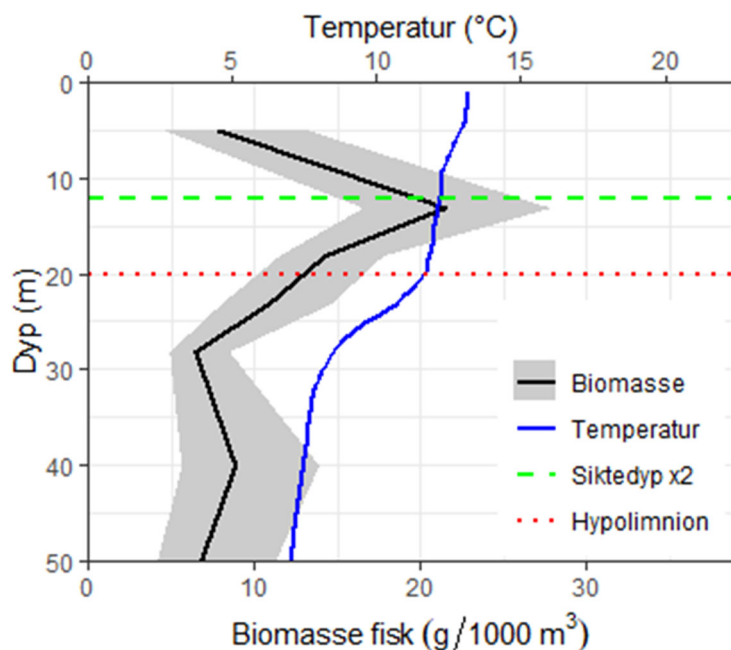


**Figur V3.** Fordeling av stingsild, sjøaure, aure og røye i fanget i bentisk sone på ulike dyp i Vangsvatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvefiskestasjoner.



### 3.4.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Vangsvatnet viser en tydelig topp på ca. 13 m dyp, dvs. nokså nøyaktig på 2 x siktedyp, der vanntemperaturen var ca. 12 °C (**figur V4**). Dette er ca. sju meter grunnere enn grensen for hypolimnion (20 m og dypere). Både antall fisk og biomasse av fisk per ha er større på 0-20 m dyp (epilimnion) enn i de dypere vannlagene (**tabell V2**). Vi kan likevel legge merke til at total biomasse av fisk var vesentlig større i Vangsvatnet enn i Eikesdalsvatnet og Hornindalsvatnet (**tabell E2** og **tabell H2**), og at det spesielt i hypolimnion i Vangsvatnet var en større biomasse av fisk enn i de to andre innsjøene.



**Figur V4.** Vertikalprofil for fiske-biomasse og temperatur i Vangsvatnet i 2017. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

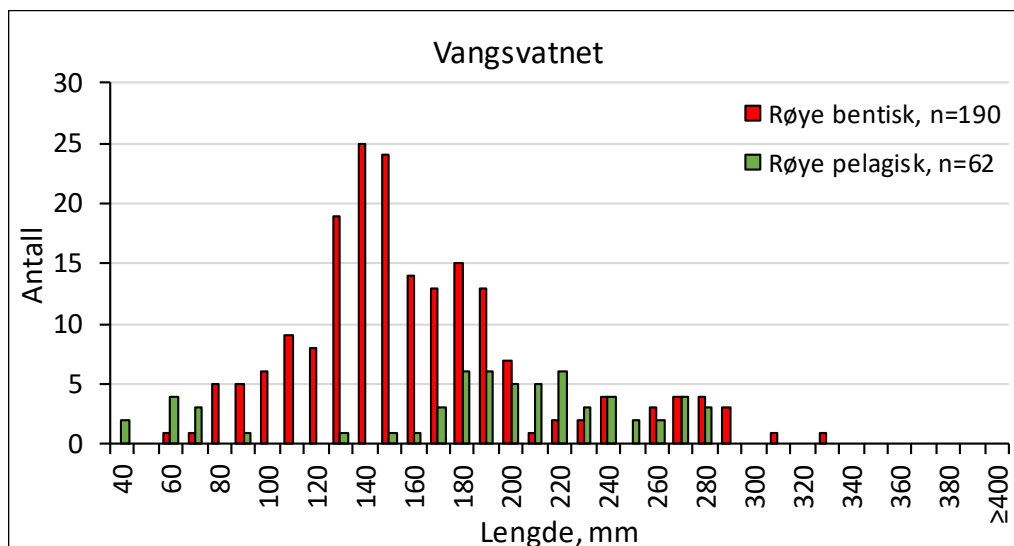
**Tabell V2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Vangsvatnet i 2017 beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidens- intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	Fangst	TS
Epilimnion	104.0	29.0	19.2-41.7	2.41	0.81	1.60	87	83
Hypolimnion	152.6	46.7	18.9-111.8	1.50	0	1.50		32

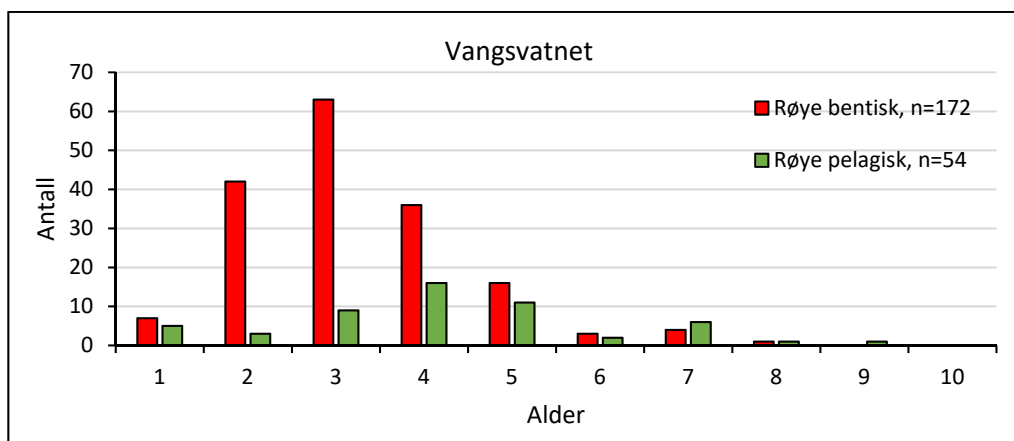
### 3.4.4 Røyebestanden

Lengdefordelingen i røyefangstene i bunngarn og trål i Vangsvatnet viser en tydelig forskjell på fisken langs bunnen og i de åpne vannmassene (**figur V5**). Bunngarnfangstene var dominert av fisk mellom 130 og 190 mm, og med noen få individer opp til 330 mm. Trålfangstene omfattet derimot to størrelsesgrupper, 40-90 mm og 170-280 mm. Den mest tallrike aldersgruppa var tre år gammel og eldste fisk var 8 år (**figur V6**).





**Figur V5.** Lengdefordeling hos røye fanget i bentisk og pelagisk sone i Vangsvatnet, august 2017. n er antall fisk.

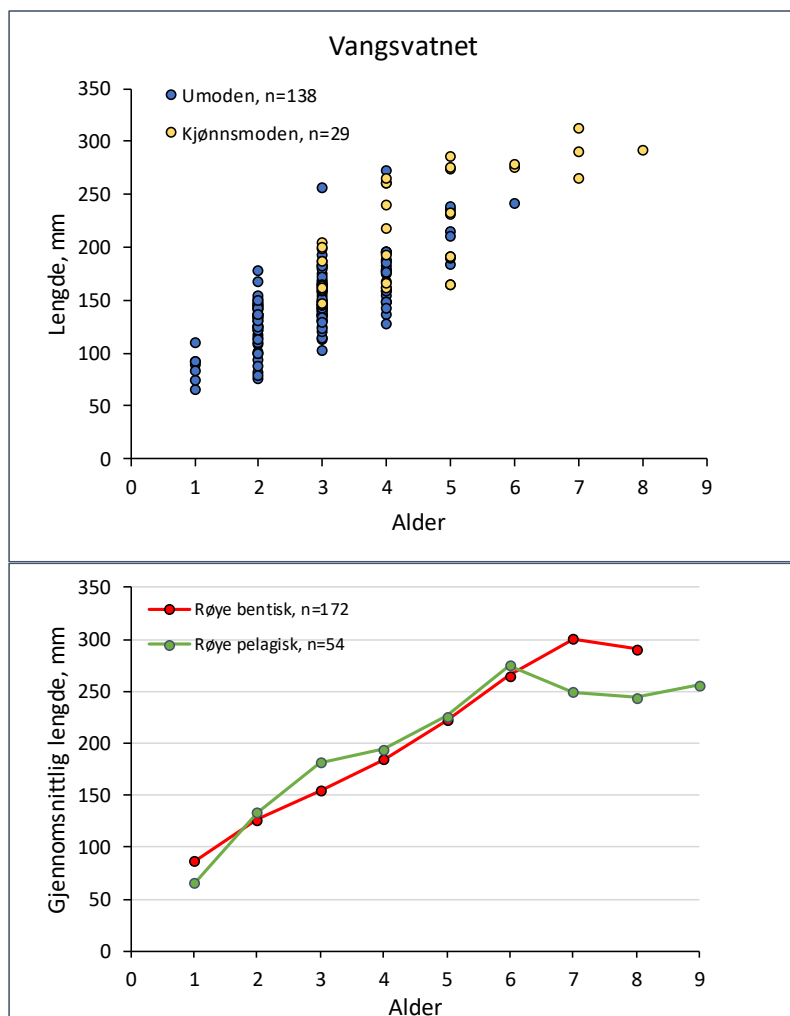


**Figur V6.** Aldersfordeling hos røye fanget i bentisk og pelagisk sone i Vangsvatnet, august 2017. n er antall fisk.



**Bilde V1.** Plukke røye ut av garnet. Foto: Christoph Postler, LFI-NORCE.

Undersøkelser på 1970-tallet viste at røyebestanden i Vangsvatnet bestod av to økologiske former: «normalrøye» og «dvergrye» (Jonsson & Hindar 1982, Hindar & Jonsson 1982). Dvergrya er karakterisert ved langsom vekst, og kjønnsmodning ved liten størrelse, mens normalrøya kjønnsmodnes ved større størrelse. I røyematerialet fra 2017 var de yngste og minste kjønnsmodne fiskene tre år gamle og 147 mm (**figur V7**). I aldersgruppene 4 og 5 var det stor spredning i størrelsen til de kjønnsmodne fiskene. I aldersgruppe 4 var minste og største kjønnsmodne fisk henholdsvis 162 og 265 mm. Tilsvarende størrelse i aldersgruppe 5 var 165 og 285 mm. Vårt materiale er for lite til en nærmere analyse av bestandsstrukturen, men alt tyder på at det fremdeles er to økologiske former av røye med ulik økologi og ulik alder og størrelse ved kjønnsmodning i Vangsvatnet.

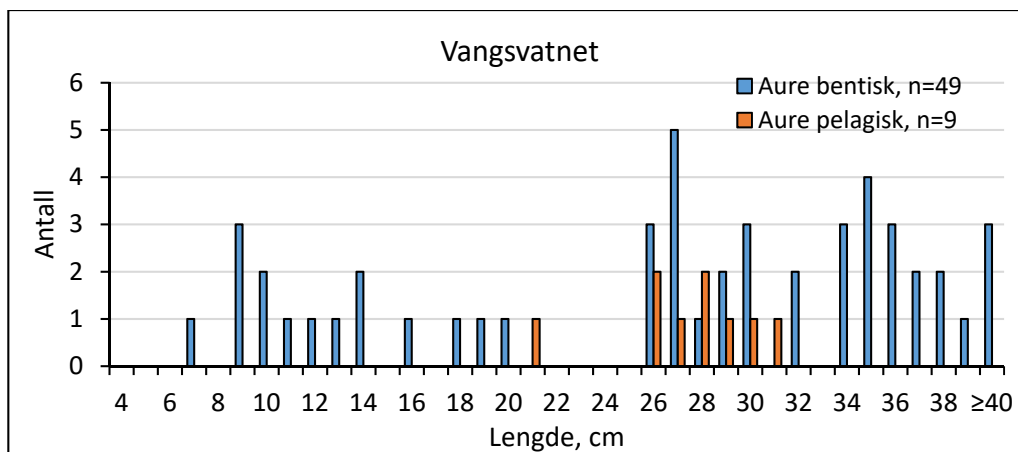


**Figur V7.** Individuell lengde ved alder hos umoden og gytemoden røye (øverst) og gjennomsnittlig lengde ved alder hos røye fanget i bentisk og pelagisk sone (nederst), i Vangsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

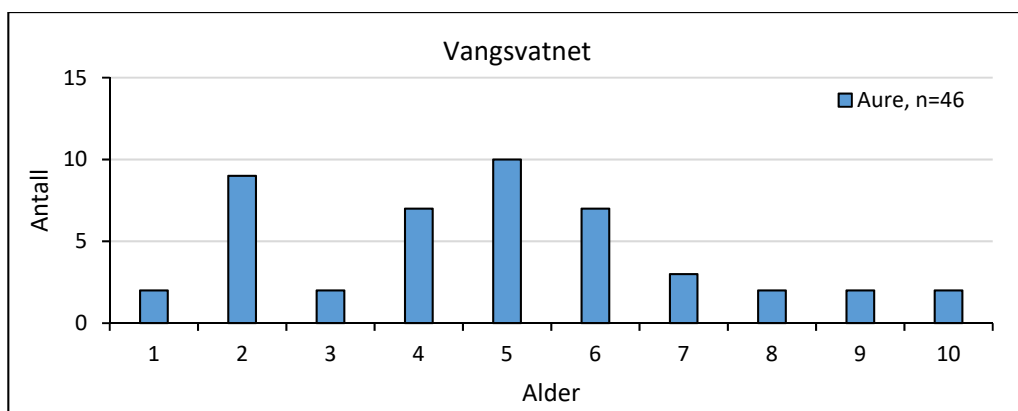
### 3.4.5 Aurebestanden

Auren i bunngarnfangstene i Vangsvatnet varierte mellom 70 og 431 mm, med flest fisk i lengdegruppene over 250 mm (**figur V8**). Alle unntatt ett individ som ble fanget i trålen var mellom 260 og 310 mm. Det var et uvanlig jevnt antall fisk innen hver aldersgruppe fra ett til 10 år (**figur V9**).

Aurens lengde i de ulike aldersgruppene tyder på relativt god vekst, ca. 70 mm per år, fram til sju års alderen, men med stagnerende vekst etter det (**figur V10**).



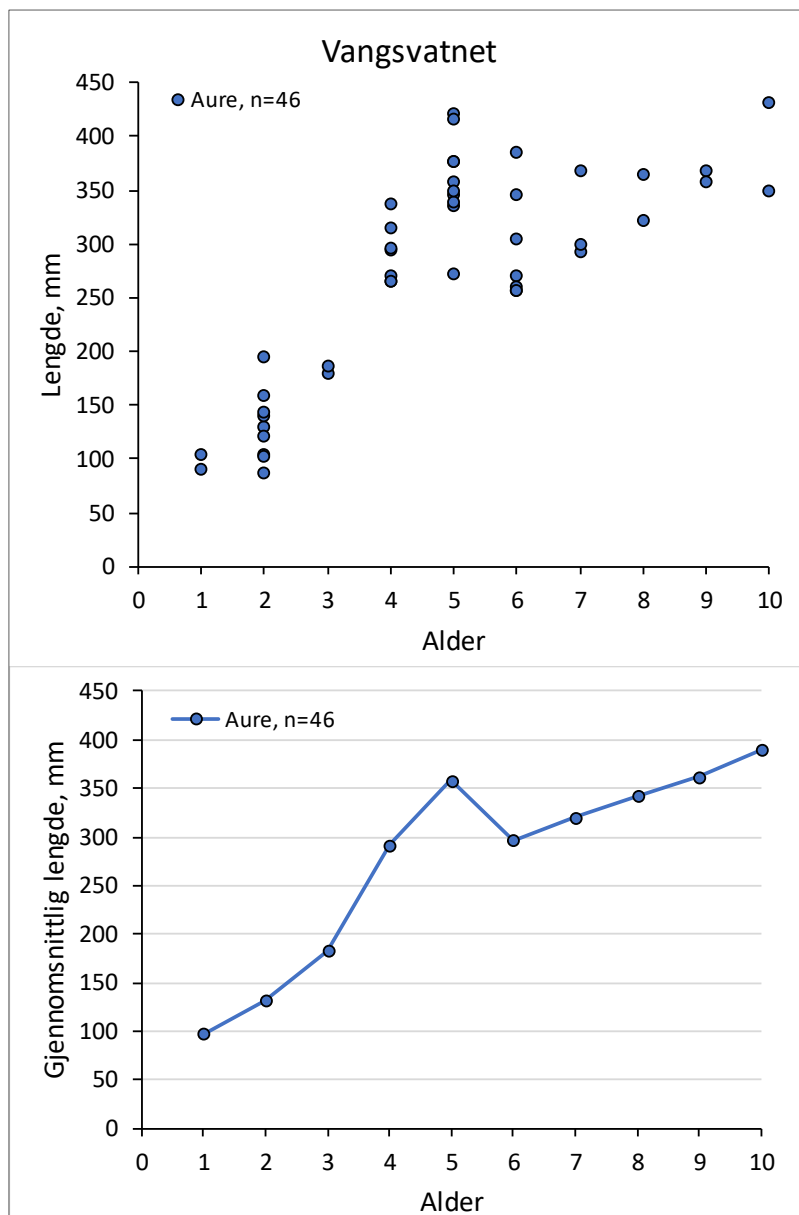
**Figur V8.** Lengdefordelingen hos aure fanget i bentisk og pelagisk sone i Vangsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.



**Figur V9.** Aldersfordelingen hos aure fanget i bentisk sone i Vangsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.



**Bilde V2.** Tråling på Vangsvatnet. Foto: Kristoffer Ullern Hansen, SNO.



**Figur V10.** Individuell lengde ved alder (øverst) og gjennomsnittlig lengde ved alder (nederst) hos aure fanget i bentisk sone i Vangsvatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

### 3.4.6 Økologisk tilstand

Total biomasse av pelagisk fisk i Vangsvatnet er beregnet til 3,2 tonn, eller 4,15 kg/ha fordelt med 21 % på aure og 89 % på røye (**tabell V3**).

Det ble gjennomført prøvefiske i Vangsvatnet i 2007 (Sægrov 2007). Bunngarna var av samme type som i FIST-undersøkelsene, men det ble fisket på andre stasjoner og i en mer begrenset dybdesone (0-30 m). CPUE på bunngarna i 2007 var 4,2 aure og 8,0 røye. CPUE av røye i bunngarnfisket i 2017 var 7,1 fisk, dvs. tilnærmet det samme som i 2007. Fangsten av aure var derimot langt lavere i 2017, bare 1,9 fisk. Dette tilsvarer en nedgang på over 50 %, men skyldes trolig i stor grad at en større andel av fiskeinnsatsen i 2007 skjedde på grunt vann.



Registreringene av pelagisk fiskebestand i Vangsvatnet i 2017 anvendt til beregning av WS-FBI indeksen tilsier at fiskebestandens tilstand er «svært god» (**tabell V3**). Dette er i godt samsvar med tilstandsklassifiseringen på grunnlag av andre kvalitetselementer (Lyche Solheim mfl. 2018).

**Tabell V3.** Estimert biomasse av pelagisk aure og røye i Vangsvatnet i 2017. Merk at årsyngel og stingsild ikke er med i biomasse-estimatene.

Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Transekt- lengde (km)	Deknings- grad	Biomasse (fisk/ha)		Total bio- masse (t)	WS- FBI	Norm, EQR	Status
			Aure	Røye				
7.82	13.3	4.8	0.89	3.26	3.2	2.98	1.02	SG

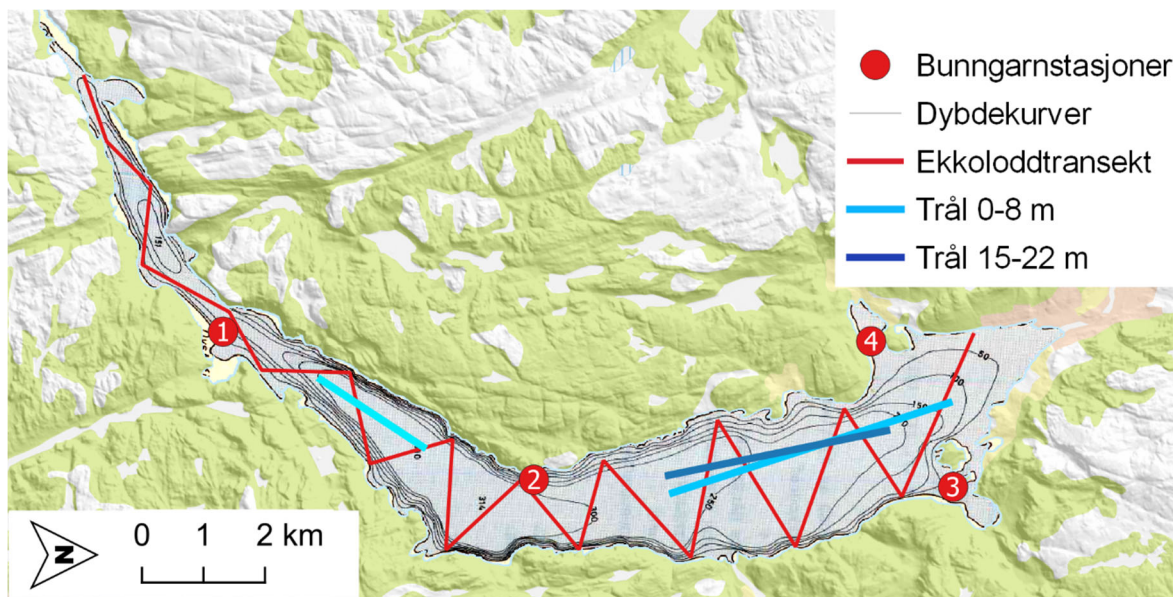


**Bilde V3.** Vangsvatnet i solskinn. Foto: Christoph Postler, LFI-NORCE.

## 3.5 Lundevatnet

### 3.5.1 Feltarbeid

Prøvefisket med bunngarn i Lundevatnet ble gjennomført 24.-26. august. Bunngarnfisket ble gjennomført på fire stasjoner (**figur L1**) fra strandsona ned til ca. 50 m dyp. Tråling ble gjennomført 23.-24. august med fire tråltrekk; ett kort tråltrekk á seks minutter på 0-7 m dyp (test-trekk), ett tråltrekk á 24 minutter på 0-5 m dyp, ett tråltrekk á 61 minutter på 0-7 m dyp, og ett tråltrekk på 13-20 m dyp og varighet 63 minutter. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 24.-25. august med 19 transekter (**figur L1**).



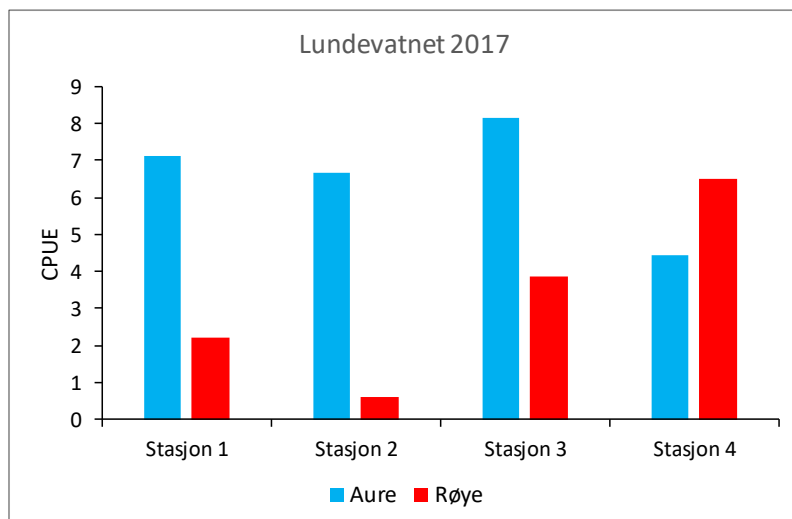
**Figur L1.** Lundevatnet med plassering av fire bunngarnstasjoner i 2017. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver med tall. Trålstasjoner og ekkoloddtransekter er markert med henholdsvis blå og røde linjer.

### 3.5.2 Fangster og habitatbruk

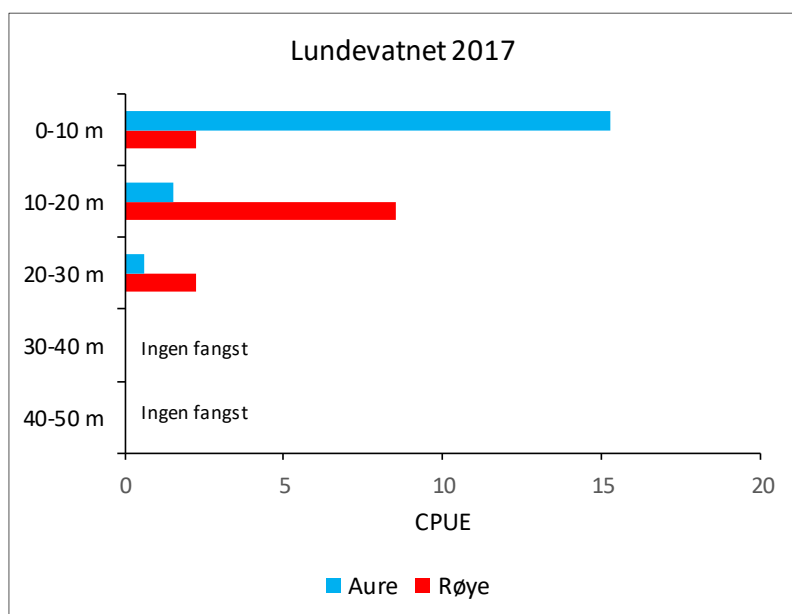
Fangstene i Lundevatnet inneholdt aure og røye, og var dominert av aure (**tabell L1**). I bunngarna utgjorde auren 67 %, og i trålen 94 % av fangsten. Fangstene var forskjellige på de fire bunngarnstasjonene (**figur L2**). På stasjon 1-3 dominerte aure, mens røya var mest tallrik i fangstene på stasjon 4. Bunngarna fanget både aure og røye ned til 30 m dyp, men det var ingen fangst på større dyp enn 30 m (**figur L3**). Aure og røye var mest tallrik på henholdsvis 0-10 og 10-20 m dyp.

**Tabell L1.** Fangster i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvefiske i Lundevatnet, august 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur L1**.

Stasjon	Antall fisk		
	Aure	Røye	Sum
St 1	48	15	63
St 2	45	4	49
St 3	55	26	81
St 4	30	44	74
Sum bunngarn	178	89	267
Trål	17	1	18
Sum	195	90	285



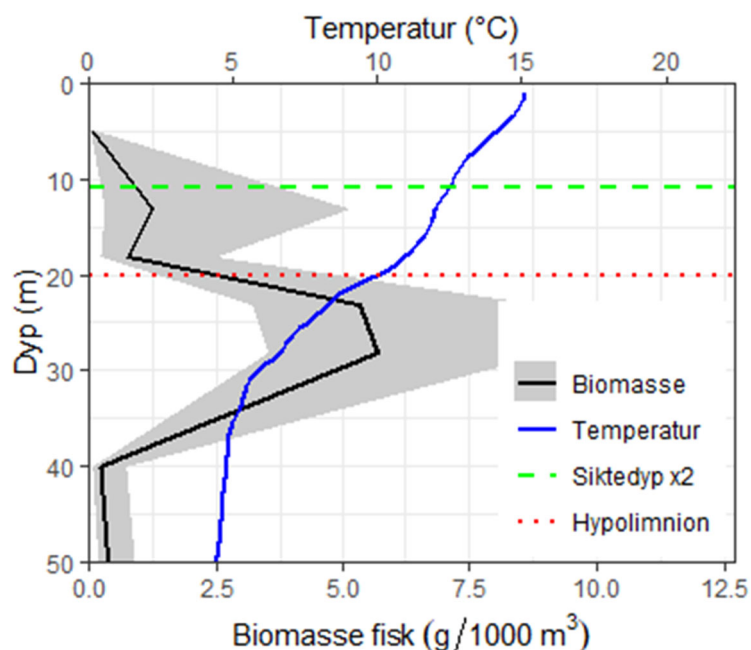
**Figur L2.** Fordeling av aure og røye fanget i bentisk sone (CPUE) på fire stasjoner i Lundevatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt. Stasjonenes plassering er vist på **figur L1**.



**Figur L3.** Fordeling av aure og røye fanget i bentisk sone i ulike dyp i Lundevatnet, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvofiskestasjoner.

### 3.5.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Lundevatnet viser en tydelig topp på ca. 25-30 m dyp (**figur L4**). Dette er i hypolimnion, dvs. dypere enn 20 m og vesentlig dypere enn 2 x siktedyp, som i Lundevatnet er på vel 10 m. Vanntemperaturen i området med størst fiskebiomasse var mellom ca. 5 og 10 °C. Både antall fisk og biomasse av fisk per ha var i dette tilfellet større i hypolimnion (dypere enn 20 m) enn i epilimnion (**tabell L2**).



**Figur L4.** Vertikalprofil for fiske-biomasse og temperatur i Lundevatnet i 2017. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

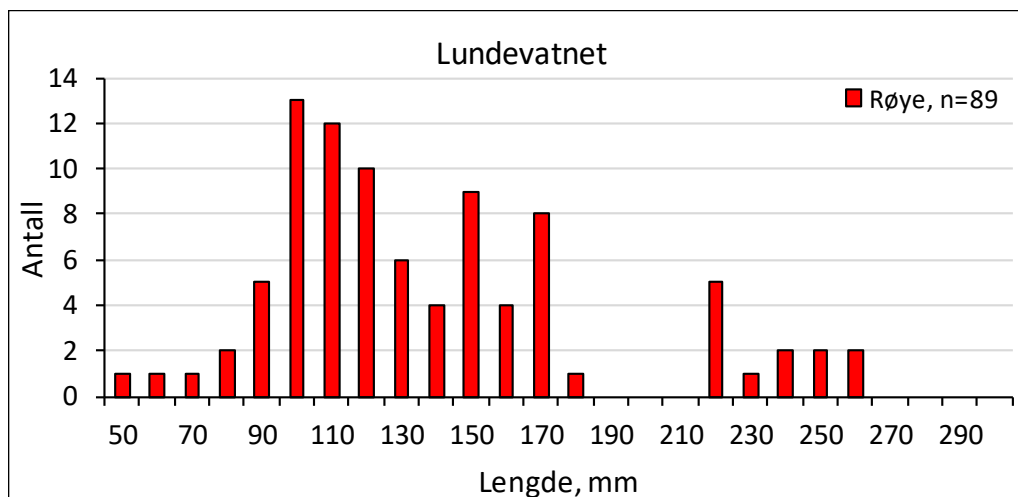
**Tabell L2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Lundevatnet i 2017 beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ stingsild	Ett år og eldre	95 % konfidens- intervall eldre	Totalt	Aure	Røye	Fangst	TS
Epilimnion	8.3	2.2	0.5-5.8	0.52	0.50	0.015	115	234
Hypolimnion	21.3	13.8	1.0-167.4	0.73	0	0.73	148	53

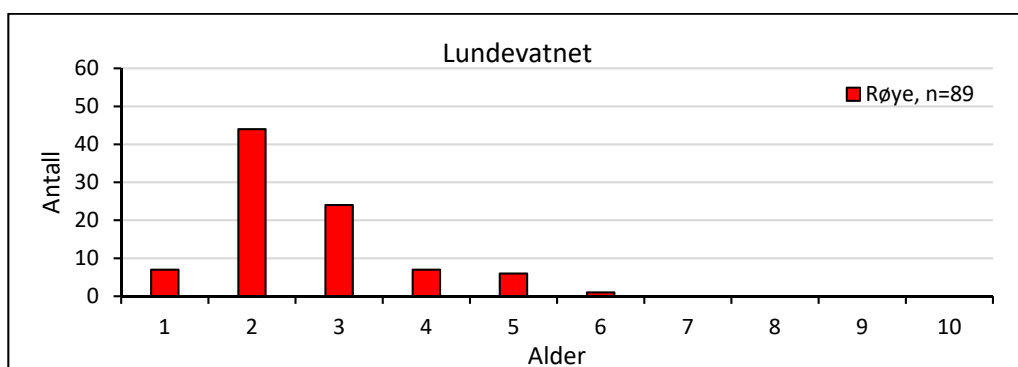
### 3.5.4 Røyebestanden

Røya i bunngarnfangstene i Lundevatnet var mellom 51 og 263 mm, med en dominans av fisk mellom 100 og 170 mm (**figur L5**). Det var ingen fisk mellom 190 og 220 mm, men en gruppe individer mellom 220 og 270 mm. Denne oppsplittingen reflekteres ikke i deres alderssammensetning (**figur L6**), der to-åringene var mest tallrike. Antall individ var jevnt avtakende opp til seks års alder. Lengde ved alder viser stor spredning, spesielt i aldersgruppene 2-4 (**figur L7**). Fordeelingen av gytemoden fisk i forhold til alder og størrelse kan tyde på at det finnes to økologiske former av røye, men materialet er for lite til å kunne fastslå dette med sikkerhet. Gjennomsnittlig vekst vurdert ut fra lengde ved alder tyder på en årlig tilvekst på litt under 50 mm per år fram til seks års alder (**figur L7**).





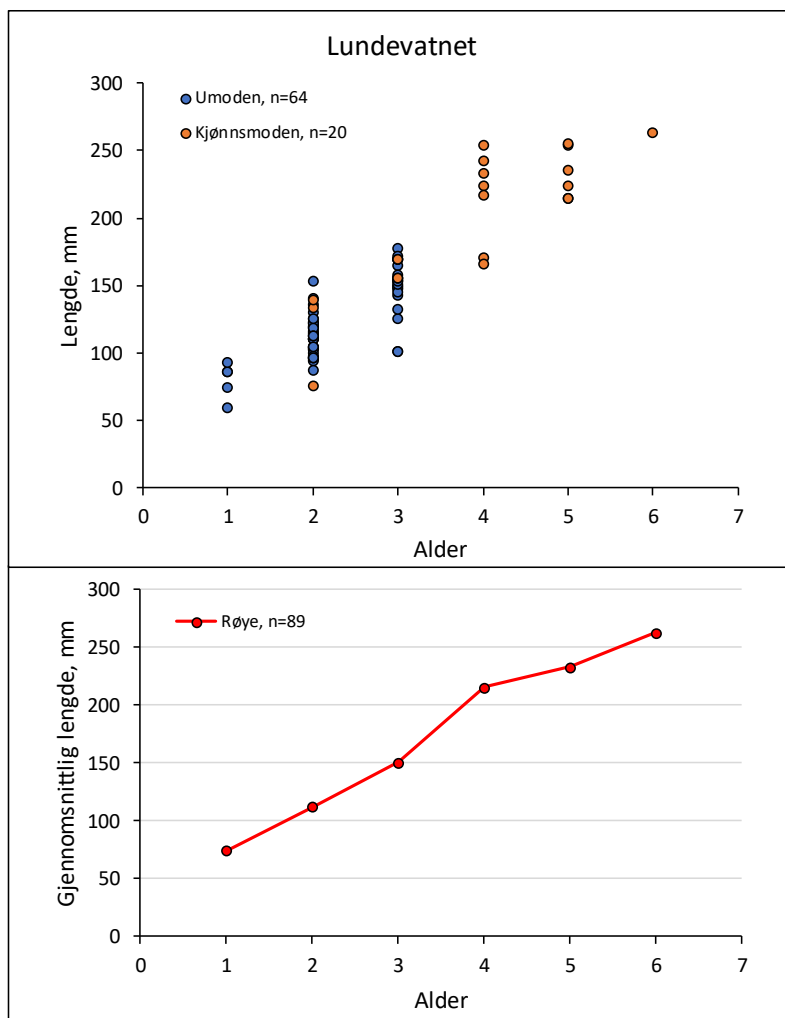
**Figur L5.** Lengdefordeling hos røye fanget i bentisk sone i Lundevatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

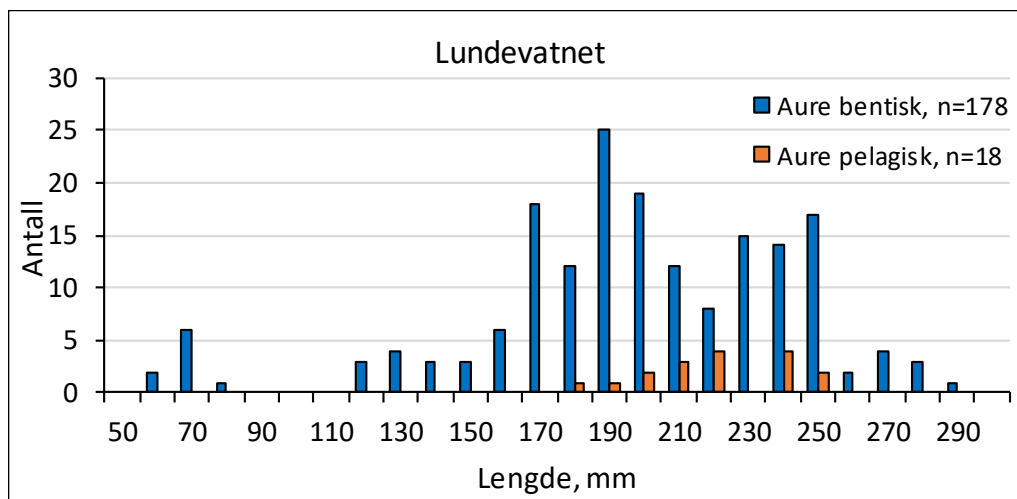


**Figur L6.** Aldersfordeling hos røye fanget i bentisk sone i Lundevatnet, august 2017. *n* er antall fisk.

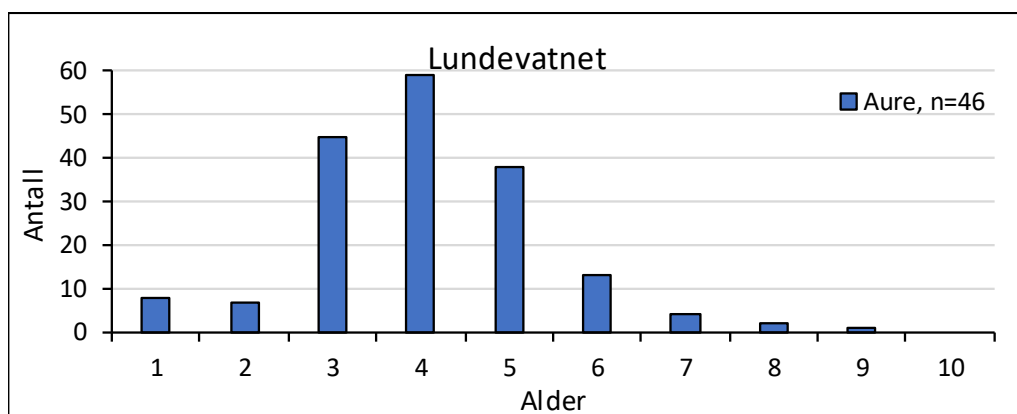


**Bilde L1.** Røye og aure fra Lundevatnet. Foto: Christoph Postler. LFI-NORCE.

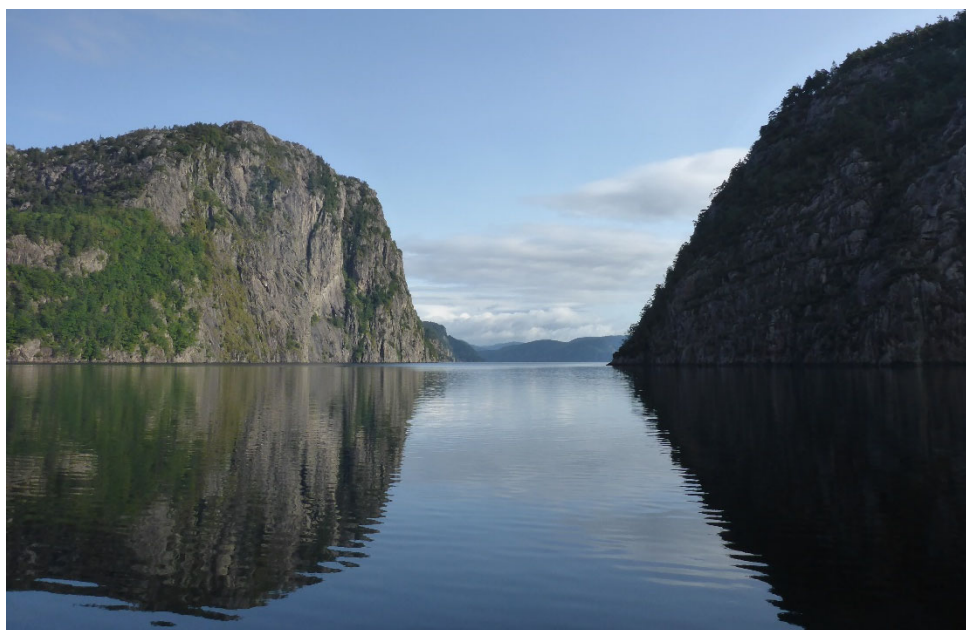




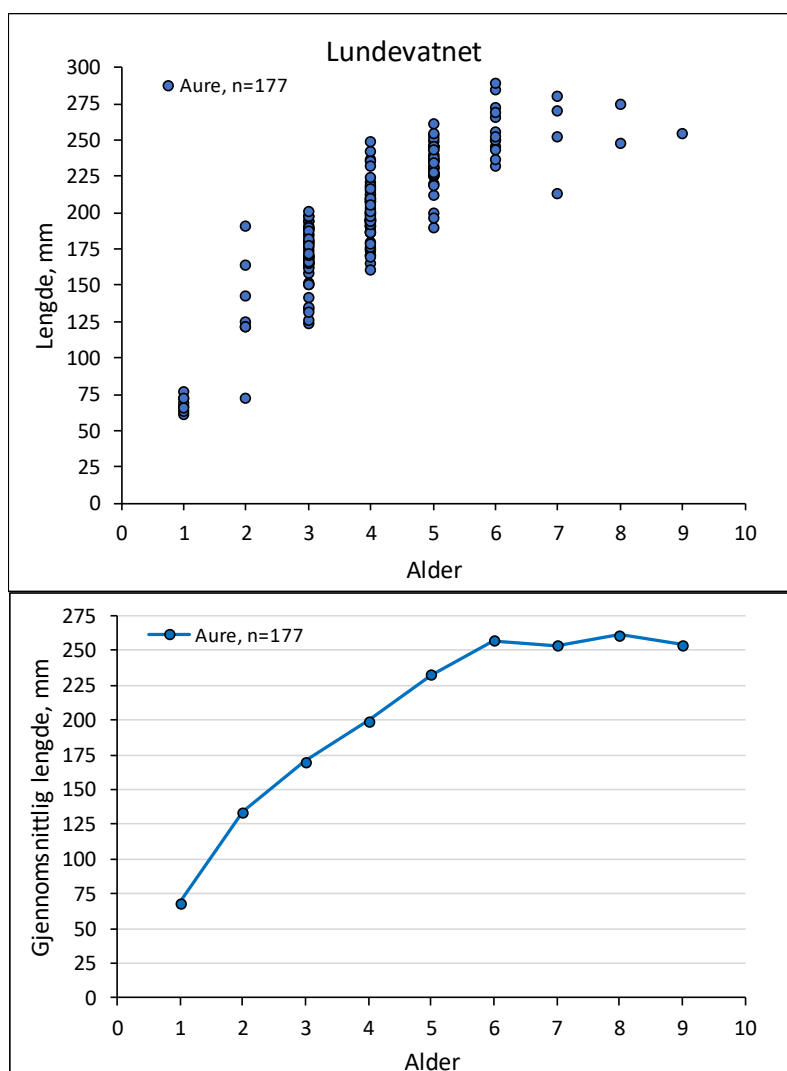
**Figur L8.** Lengdefordeling hos aure fanget i bentisk og pelagisk sone i Lundeavatnet, august 2017. *n* er antall fisk.



**Figur L9.** Aldersfordeling hos aure fanget i bentisk sone i Lundeavatnet, august 2017. *n* er antall fisk.



**Bilde L2.** Fra Lundeavatnet. Foto: Christoph Postler, LFI-NORCE.



**Figur L10.** Individuell lengde ved alder (øverst) og gjennomsnittlig lengde ved alder (nederst) hos aure fanget i bentisk sone i Lundevatnet, august 2017. n er antall fisk.

### 3.5.6 Økologisk tilstand

Biomassen av pelagisk fisk i Lundevatnet er beregnet til 7,9 tonn, eller 2,88 kg/ha fordelt på ca. 83 % røye og 17 % aure (**tabell L3**).

Vi har ingen tidligere kunnskap om fiskebestanden i Lundevatnet, så det er bare mulig å foreta en tilstandsklassifisering av fiskebestanden på grunnlag av WS-FBI-indeksen. WS-FBI får en verdi på 3,55, dvs. at økologisk tilstand blir «svært god» (**tabell L3**). Dette er i samsvar med de andre biologiske kvalitetselementene, men Lundevatnet er noe påvirket av forurengning (Lyche Solheim mfl. 2018).

**Tabell L3.** Estimert biomasse av pelagisk aure og røye i Lundevatnet. Merk at årsyngel ikke er med i biomasse-estimatene.

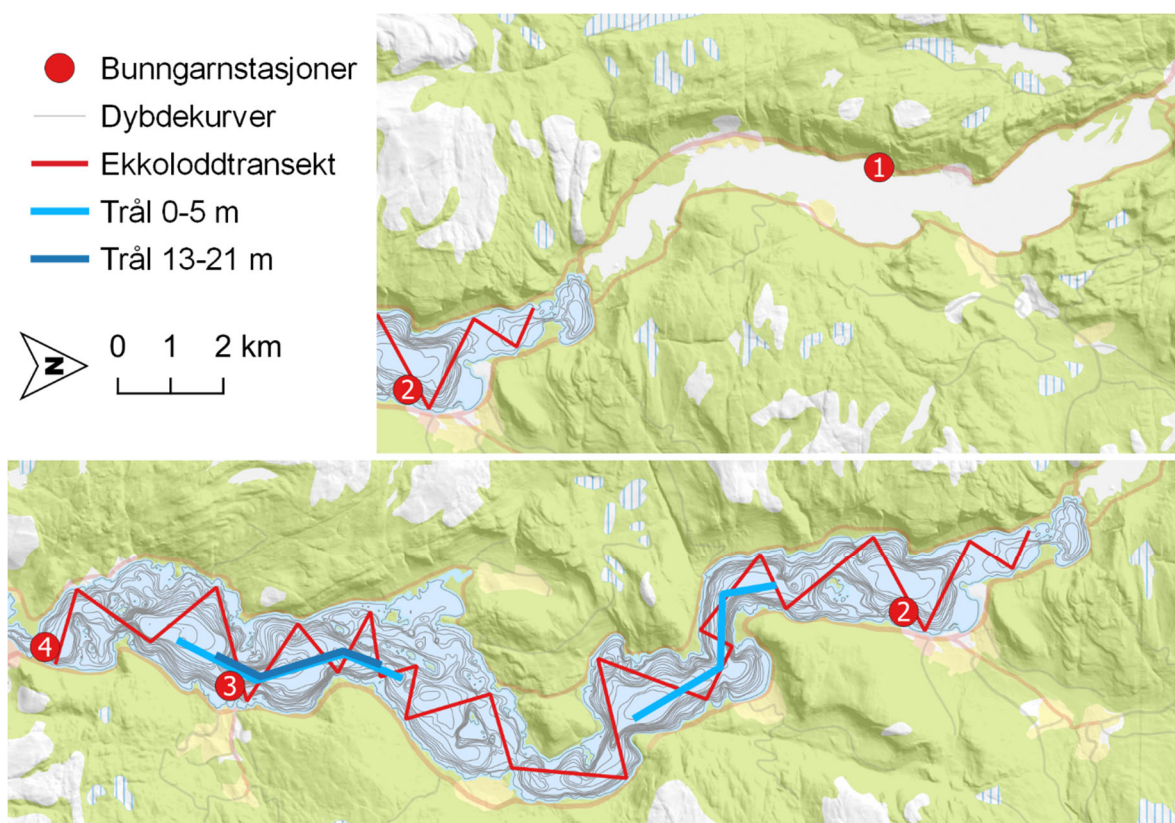
Innsjø-areal (km <sup>2</sup> )	Transekt-lengde (km)	Deknings-grad	Biomasse (fisk/ha)		Total bio-masse (t)	WS-FBI	Norm, EQR	Status
			Aure	Røye				
27.48	29.0	5.5	0.50	2.38	7.9	3.55	1.15	SG



## 3.6 Byglandsfjorden

### 3.6.1 Feltarbeid

Prøvefisket med bunngarn i Byglandsfjorden ble gjennomført 24.-31. august. Bunngarnfisket ble gjennomført på fire stasjoner fra strandsona ned til ca. 50 m dyp (**figur B1**). Tråling ble gjennomført 27.-28. august med to tråltrekk på 0-5 m dyp og varighet på henholdsvis 60 og 53 minutter, og ett tråltrekk på 13-21 m dyp og varighet 60 minutter. Ekkoloddregistrering ble gjennomført om natta 26.-27. august med 24 transekt (**figur B1**).



**Figur B1.** Åraksfjorden og nordre del av Byglandsfjorden (øverst) og søndre del av Byglandsfjorden (nederst), med plassering av fire bunngarnstasjoner. Innsjøens dybdeutvikling er indikert med grå kurver (ekvidistanse 10 m). Trålstasjoner og ekkoloddtransekt er markert med henholdsvis blå og røde linjer.

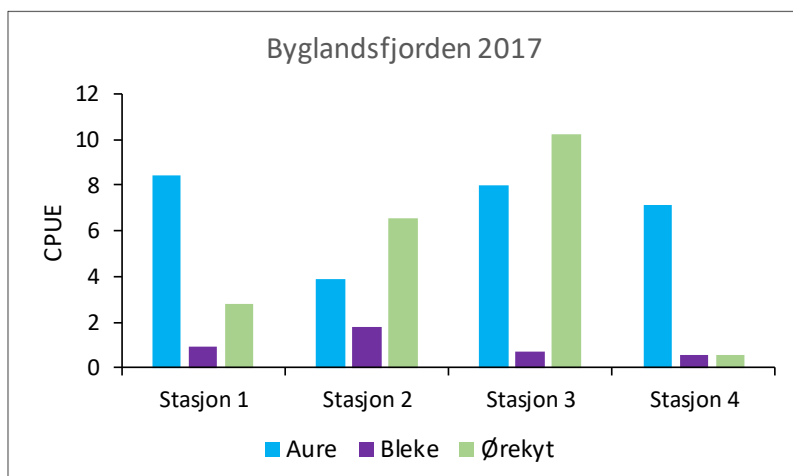
### 3.6.2 Fangster og habitatbruk

I prøvefisket i Byglandsfjorden ble det fanget aure, bleke og ørekyt, i alt 348 fisk (**tabell B1**). I bunngarnfangstene dominerte aure (53 %), fulgt av ørekyt (39 %) og bleke (8 %). Trålfangstene var små (kun 10 fisk), og ble dominert av bleke. Aure dominerte over bleke på alle bunngarnstasjonene (**figur B2**), men ørekyt var mest tallrik på to av fire stasjoner. Bleka er en ferskvannsstasjonær atlantisk laks (*Salmo salar*) som lever hele sitt liv i Byglandsfjorden og gyter i tilløpselver (Direktoratet for naturforvaltning 2009).

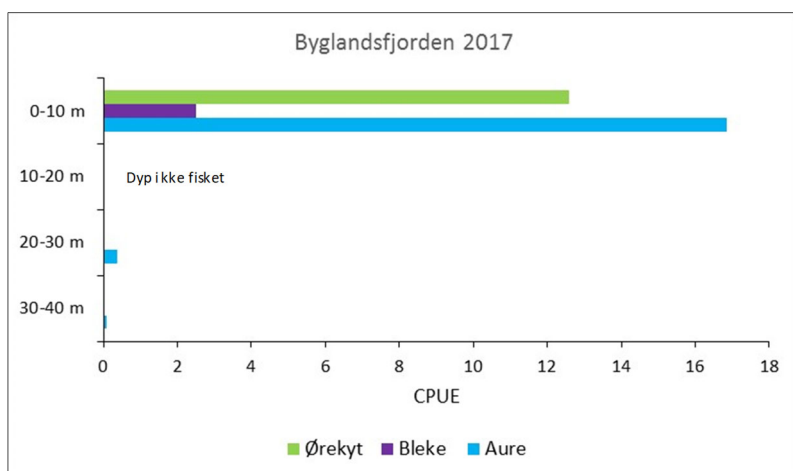
I Byglandsfjorden ble det fanget svært få fisk dypere enn 10 m (men ingen garn ble satt i 10-20 m dyp, **figur B3**). Det ble fanget noen få aurer i 20-40 m dyp.

**Tabell B1.** Fangster i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvafiske i Byglandsfjorden, august 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur B1**.

Stasjon	Antall fisk			Sum
	Aure	Bleke	Ørekyt	
St 1	57	6	19	82
St 2	26	12	44	82
St 3	54	5	69	128
St 4	48	4	4	56
Sum bunngarn	185	27	136	338
Trål	1	9		10
Sum	186	36	136	358



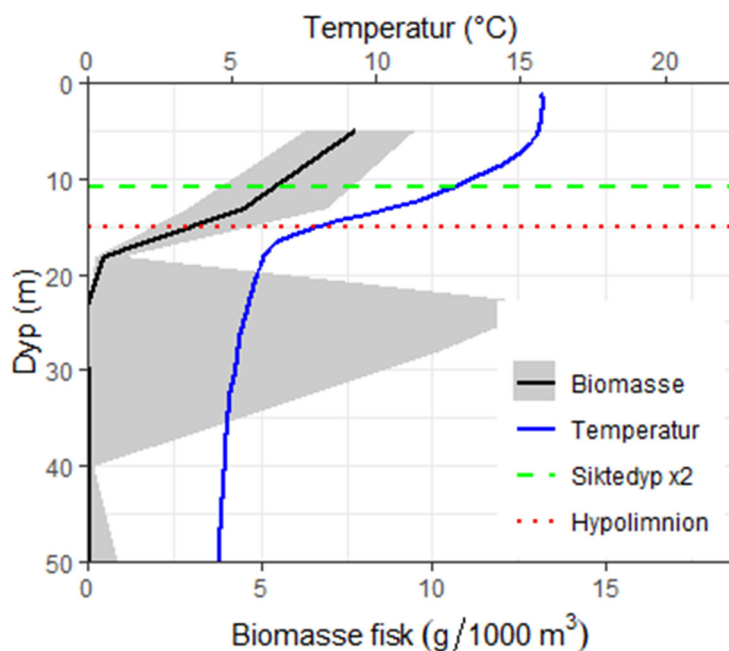
**Figur B2.** Fordeling av aure, bleke og ørekyt fanget i bentisk sone (CPUE) på fire stasjoner i Byglandsfjorden, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt.



**Figur B3.** Dybdefordeling av ørekyt, bleke og aure i bunngarnfangstene i Byglandsfjorden, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvafiskestasjoner.

### 3.6.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Byglandsfjorden var størst nær overflata (dvs. på ca. 5 m dyp) (**figur B4**). Dette er i øvre del av epilimnion, dvs. vesentlig grunnere enn 2 x siktedyp, som i Byglandsfjorden er på vel 10 m. Vanntemperaturen i området med størst fiskebiomasse var mellom ca. 10 og 15 °C. Både antall fisk og biomasse av fisk per ha var i dette tilfellet vesentlig større i epilimnion enn i hypolimnion (**tabell B2**).



**Figur B4.** Vertikalprofil for fiske-biomasse og temperatur i Byglandsfjorden. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

**Tabell B2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Byglandsfjorden beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

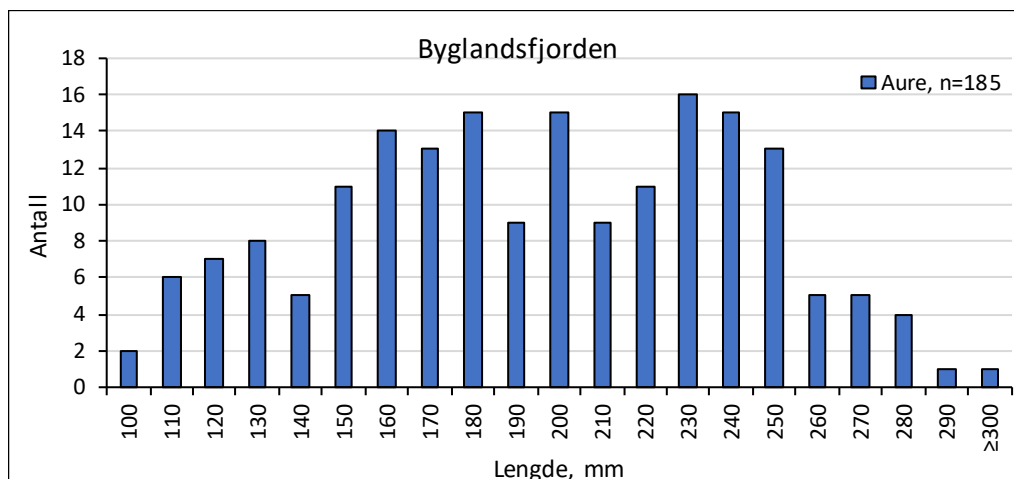
	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)			Snittvekt (g)	
	Årsyngel/ ørekylt	Ett år og eldre	95 % konfidens- intervall eldre	Totalt	Aure	Bleke	Fangst	TS
Epilimnion	18.5	12.1	6.6-20.2	1.50	0.43	1.07	152	124
Hypolimnion	0.8	0.3	0.0-4.1	0.05	0.05	0		136

### 3.6.4 Aurebestanden

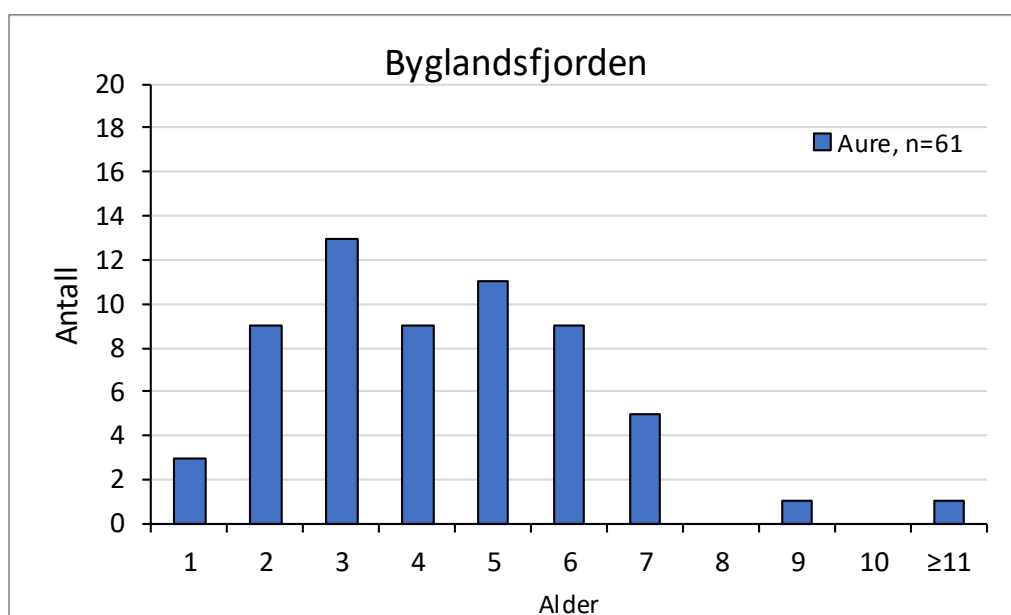
Auren i bunngarnfangstene i Byglandsfjorden var mellom 98 og 356 mm, med flest fisk i lengdegruppene mellom 150 og 250 mm (**figur B5**). Alderssammensetningen hos auren ble dominert av aldersgruppene 2-7 år, med noen få ettåringer og to individer eldre enn 9 år (**figur B6**). Alderssammensetningen kan tyde på variabel rekruttering.

Aurens lengde ved alder i Byglandsfjorden viser nokså rettlinjet vekst fram til 11 års alder og vel 360 mm lengde (**figur B7**, **figur B8**). Gjennomsnittlig tilvekst per sesong blir da ca. 30 mm, dvs. relativt dårlig vekst. Det er ingen tydelige tegn til avflatende vekst, noe som tyder på at fisk større enn 250 mm også finner tilfredsstillende næring. Dårlig tilvekst kombinert med utholdende vekst opp i høy alder er nokså uvanlig i aurebestander.

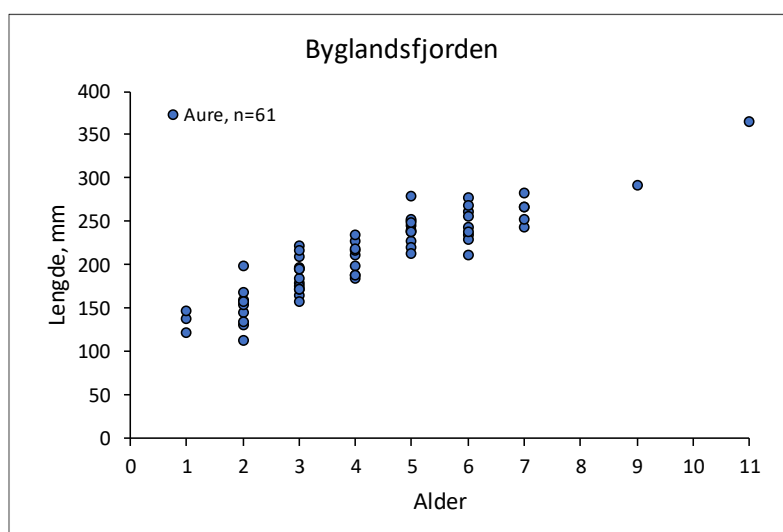




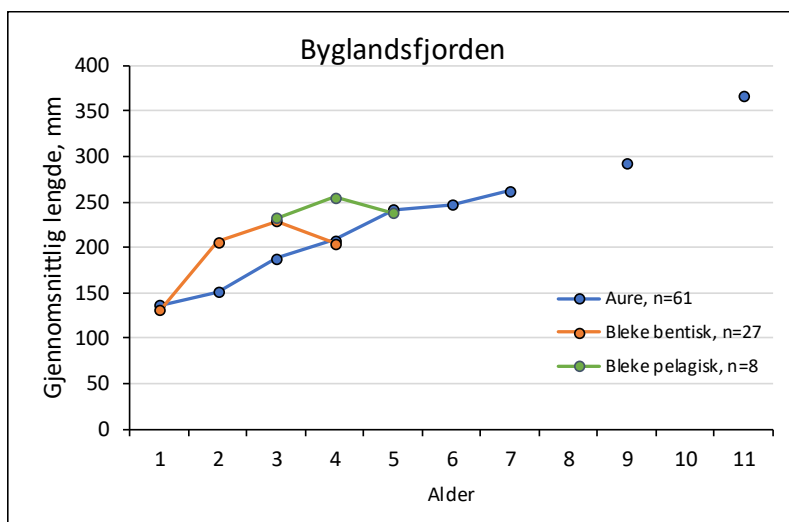
**Figur B5.** Lengdefordelingen hos aure fanget i bentisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. n er antall fisk.



**Figur B6.** Aldersfordelingen hos aure fanget i bentisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. n er antall fisk.



**Figur B7.** Lengde ved alder hos aure fanget i bentisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. n er antall fisk.

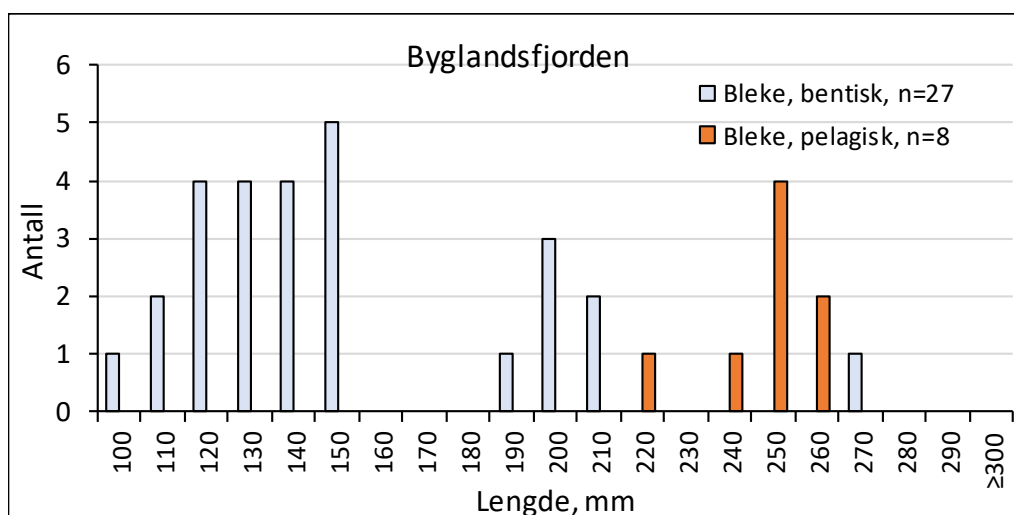


**Figur B8.** Gjennomsnittlig lengde ved alder hos aure fanget i bentisk sone og bleke fanget i bentisk og pelagisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. *n* er antall fisk.

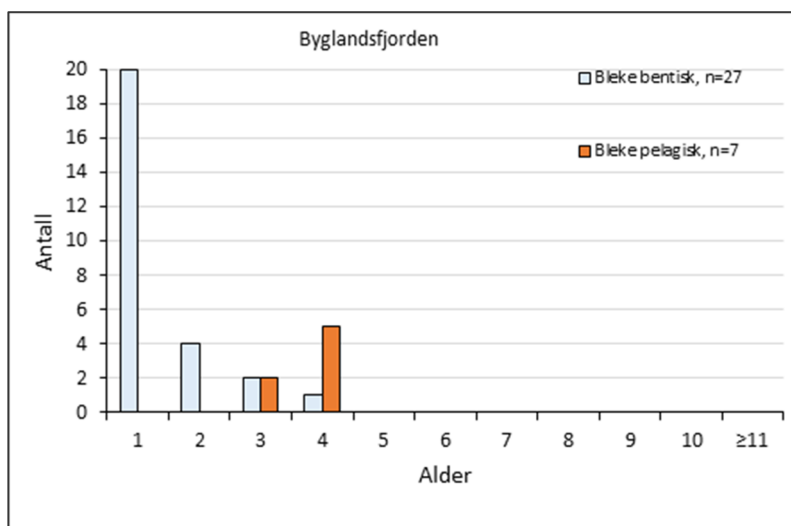
### 3.6.5 Blekebestanden

Bleke i bunngarnfangstene i Byglandsfjorden fordelte seg på tre lengdegrupper (**figur B9**): 10-15 cm, 19-21 cm, og én enkelt fisk på 27 cm. Den pelagiske bleke var mellom 22 og 26 cm. Blekefangstene var dominert av ett-årig fisk, og eldste fisk var 4 år (**figur B10**). I motsetning til bleke i bunngarnfangstene, var den bleke som gikk pelagisk eldre, 3 og 4 år gammel.

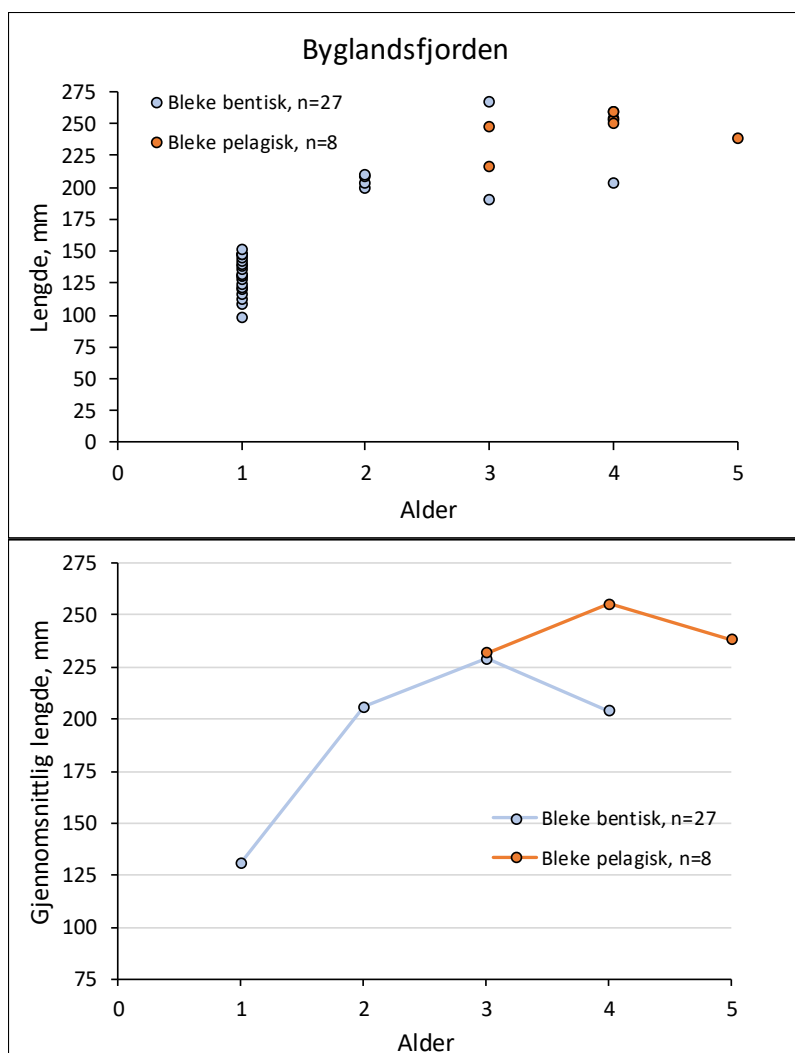
Veksten til bleke var relativt god de første tre vekstsesongene, da to-årig fisk var ca. 20 cm, dvs. ca. 6,7 cm tilvekst per sesong (**figur B11**). Deretter avtok imidlertid veksten kraftig, og det synes å være stor variasjon i lengdene hos fisk tre år og eldre.



**Figur B9.** Lengdefordeling av bleke fanget i bentisk og pelagisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. *n* er antall fisk.



**Figur B10.** Aldersfordelingen hos bleke fanget i bentisk og pelagisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. *n* er antall fisk.



**Figur B11.** Individuell lengde ved alder (øverst) og gjennomsnittlig lengde ved alder (nederst) hos bleke fanget i bentisk og pelagisk sone i Byglandsfjorden, august 2017. *n* er antall fisk.

### 3.6.6 Økologisk tilstand

Biomassen av pelagisk fisk i Byglandsfjorden ble beregnet til 5,4 tonn, eller 1,60 kg/ha fordelt på 33 % aure og 67 % bleke (**tabell B3**).

Ut fra estimert biomasse av pelagisk fisk kan WS-FBI indeksen beregnes til 4,76, dvs. at bestandens økologiske tilstand er «svært god» (**tabell B3**). Dette samsvarer med tilstanden vurdert ut fra de andre kvalitetselementene (Lyche Solheim mfl. 2018).

Vi har ikke tilgang til data fra sammenlignbart tidligere prøvafiske i Byglandsfjorden, men undersøkelser gjort i forbindelse med restaurering av blekebestanden tyder på at blekas tilknytning til det pelagiske habitatet er en stabil situasjon, da den i stor grad utnytter føde i de åpne vannmassene (Direktoratet for naturforvaltning 2009).

**Tabell B3.** Estimert biomasse av pelagisk aure og bleke i Byglandsfjorden. Merk at årsyngel og ørekyt ikke er med i biomasse-estimatene.

Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Transekt- lengde (km)	Deknings- grad	Biomasse (fisk/ha)		Total bio- masse (t)	WS- FBI	Norm, EQR	Status
			Aure	Bleke				
33.66	32.5	5.6	0.53	1.07	5.4	4.76	1.41	SG

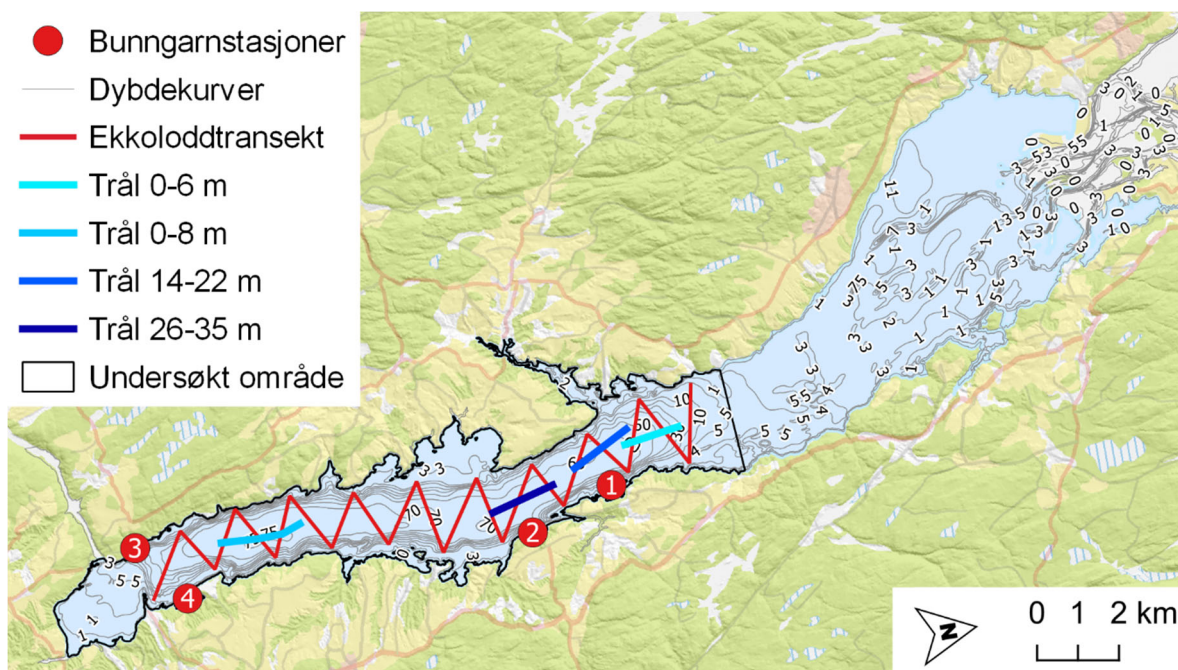


**Bilde B1.** Byglandsfjorden. Foto: Ingrid Solberg, NINA.

## 3.7 Øyeren

### 3.7.1 Feltarbeid

Bunngarnfisket i Øyeren ble gjennomført 4.-6. september, på fire stasjoner (**figur Ø1**) fra strandsona ned til ca. 40 m dyp. Trålinga ble gjennomført 30.-31. august med tre tråltrekk i nordre del av søndre basseng og ett tråltrekk i søndre del av søndre basseng (**figur Ø1**). Varighet og dyp for de tre første var henholdsvis; 21 minutter på 0-6 m dyp, 26 minutter på 14-22 m dyp, og 44 minutter på 26-35 m dyp. Tråltrekket sør i søndre basseng var i 0-8 m dyp og varte i 30 minutter. Ekkoloddundersøkelsen ble gjennomført om natta 29.-30. august med 18 transekt (**figur Ø1**).



**Figur Ø1.** Kart over Øyeren, med området som ble undersøkt med prøvefiske og ekkolodd markert med svart omriss. Grå kurver med tall indikerer dyp, den nordre halvdelen av innsjøen er for grunn til å gjøre undersøkelser med ekkolodd og trål. Fire bunngarnstasjoner er indikert med røde punkt, ekkoloddtransekt og tråltrekk er markert med henholdsvis røde og blå linjer.

### 3.7.2 Fangster og habitatbruk

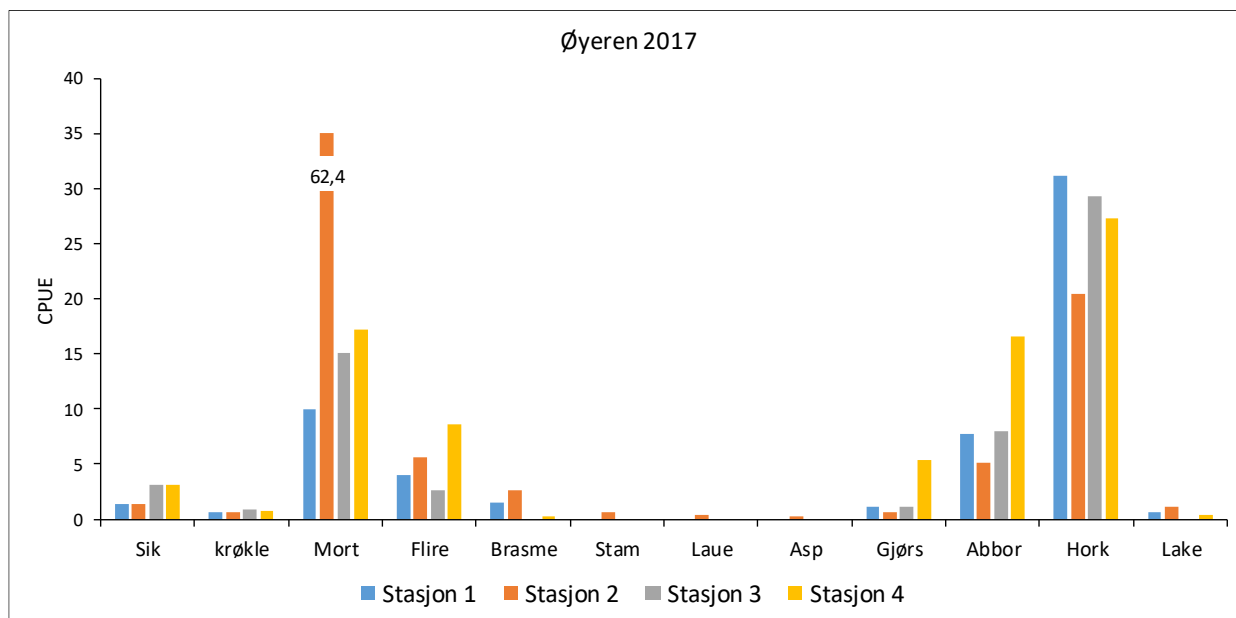
I prøvefisket i Øyeren ble det fanget 13 fiskearter, i alt over 15700 individer (**tabell Ø1**). I bunngarnfangstene (1200 fisk) dominerte hork og mort, begge utgjorde ca. 36 % av fangsten. Også abbor (12 %), flire (7 %), sik og gjørs (begge ca. 3 %) var vanlige i bunngarnfangstene. Trålfangstene var totalt dominert av krøkle, som utgjorde over 99 % av antall fisk. Trålen fanget også noen hork og sik, samt noen enkeltexemplarer av åtte andre arter, inkludert elvenioye, som ikke fanges i garn.

Sju av de 13 artene som ble fanget i bunngarna ble registrert på alle fire bunngarnstasjoner (**figur Ø2**). Det var en viss variasjon i dominansforholdene på de ulike stasjonene. Mens mort dominerte på stasjon 2, var hork mest tallrik på de tre andre stasjonene.

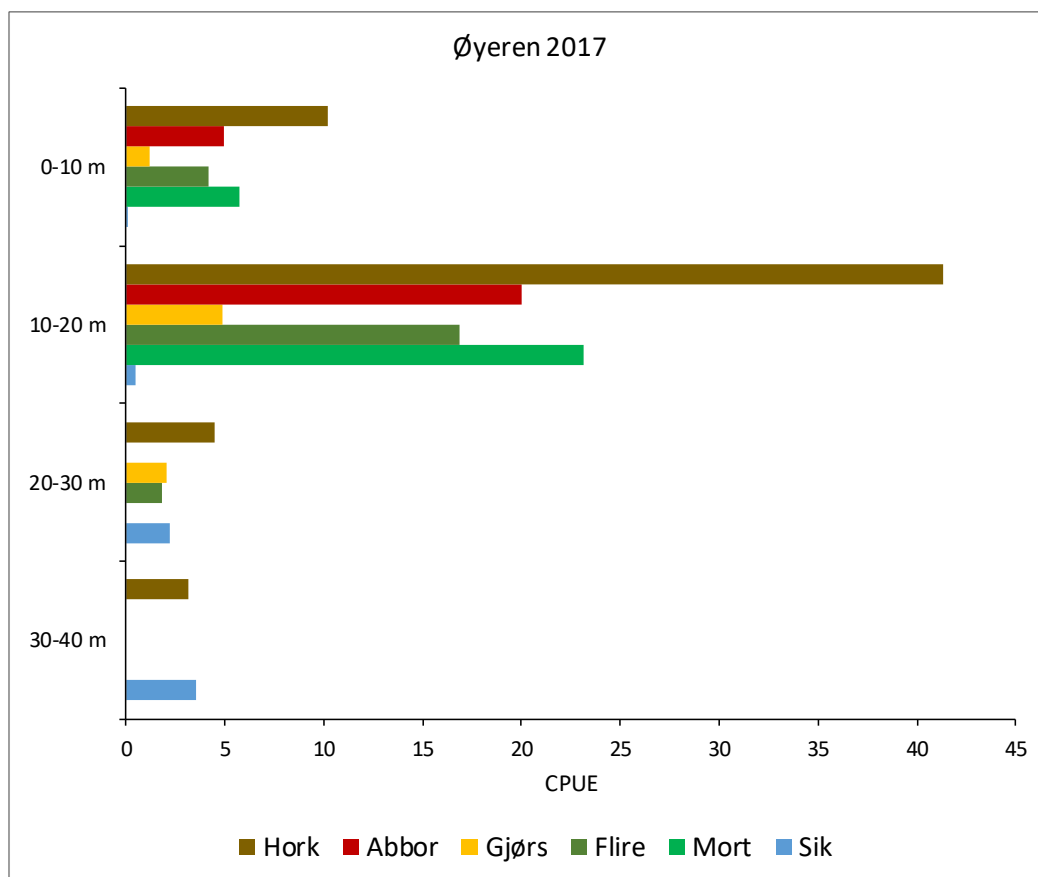
Fem av de seks mest tallrike artene, dvs. hork, abbor, gjørs, flire og mort, ble fanget i størst antall i 10-20 m dyp (**figur Ø3**), mens fangsten av sik var størst i 30-40 m dyp.

**Tabell Ø1** Fangster av ulike fiskearter i nordisk oversiktsgarn og trål ved prøvafiske i Øyeren, september 2017. Plasseringen av stasjonene er vist på **figur Ø1**.

Sta- sjon	Antall fisk													
	Sik	Krøkle	Mort	Flire	Brasme	Stam	Laue	Asp	Abbor	Hork	Gjør	Lake	Niøye	Sum
St 1	6	3	45	18	7	0	0	0	35	140	5	3	0	262
St 2	6	3	281	25	12	3	2	1	23	92	3	5	0	456
St 3	14	0	51	9	0	0	0	0	27	100	4	0	0	205
St 4	13	2	58	31	1	0	0	0	56	95	20	2	0	278
Sum bunn- garn	39	8	435	84	20	3	2	1	141	427	32	10	0	1202
Trål	6	14508	0	1	2	3	2	1	0	25	1	1	2	14553
Sum	45	14516	435	84	22	6	4	2	141	452	33	11	2	15754



**Figur Ø2.** Relativ tetthet av 12 ulike fiskearter i bunn-garnfangster fra 0-40 m dyp (CPUE) på fire stasjoner i Øyeren, august 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt. Stasjonenes plassering er vist i **figur Ø1**.

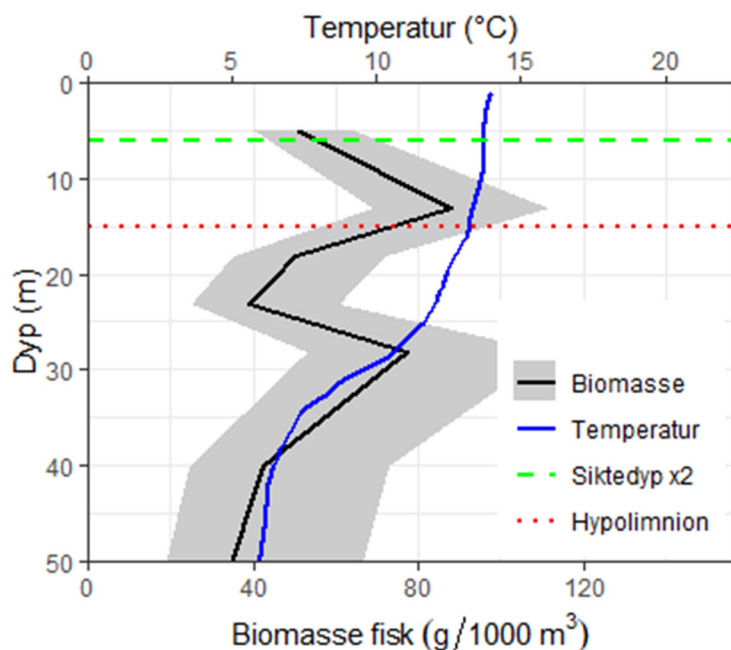


**Figur Ø3.** Fordelingen av de seks mest tallrike fiskeartene i bunngarnfangstene i Øyeren, september 2017. CPUE er antall fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal per natt regnet som gjennomsnitt fra fire prøvefiskestasjoner.

### 3.7.3 Ekkoloddregistreringer

Beregnet biomasse av fisk ut fra ekkoloddregistreringene i Øyeren viste en to-toppet fordeling (**figur Ø4**). Den ene toppen var i nedre del av epilimnion, dvs. på ca. 12-13 m dyp, mens den andre toppen var på nesten 30 m dyp. Biomasse av fisk per ha var i dette tilfellet større i hypolimnion enn i epilimnion (**tabell Ø2**). Det er rimelig å tro at toppen i biomasse per ha på 12-13 m var dominert av årsyngel av krøkle, mens toppen på dypere vann var dominert av voksen krøkle. To gangers siktedyp var i Øyeren på ca. seks m. Vanntemperaturen i de to områdene med størst fiskebiomasse var hhv. 14 og 11 °C.





**Figur Ø4.** Vertikalprofil for fiske-biomasse og temperatur i Øyeren i 2017. Gråskravert område viser gjennomsnittlig biomasse  $\pm 1$  standardfeil. Dypet for 2x siktedyp og for grensa definert som overgangen mellom epilimnion og hypolimnion i analysene er også indikert.

**Tabell Ø2.** Tetthet og biomasse av fisk i pelagialen i Øyeren beregnet ut fra ekkoloddregistreringer.

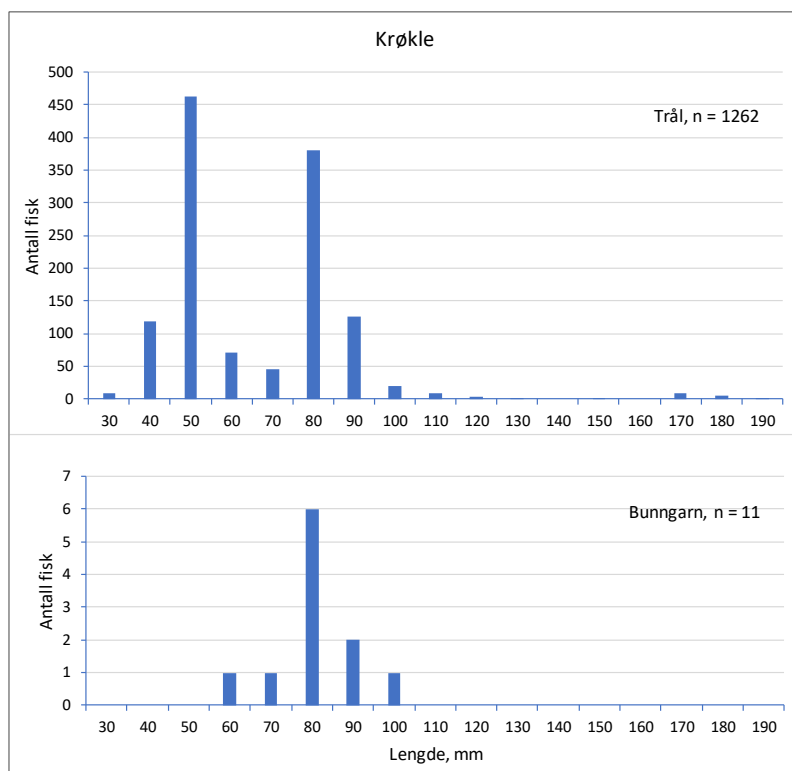
	Tetthet (# fisk / ha)			Biomasse (kg / ha)				Snittvekt (g)	
	Årsyngel	Ett år og eldre	95 % konfidensintervall eldre	Totalt	Krøkle	Sik	Andre	Fangst	TS
Epilimnion	4117	2023	1147-3260	10.12	10.1	0	0.07	4.4	5.0
Hypolimnion	3254	2346	596-8236	16.59	13.9	1.8	0.89	4.8	7.1

### 3.7.4 Om fiskeartene

Her gis en kort omtale de åtte vanligste fiskeartene i prøvefiskefangstene fra Øyeren. Dette omfatter krøkle, som var totalt dominerende i trålfangstene i pelagisk sone, men som forekom i et mindre antall i bentisk sone (**figur Ø5**), samt sju av de vanligste artene i garnfangstene fra bentisk sone (**figur Ø6**).

#### 3.7.4.1 Krøkle

Krøkle er den eneste representanten i ferskvann i Europa for sin familie av fisk, Osmeridae. I våre havområder har vi slektingen lodde (*Mallotus villosus*). Familien Osmeridae er relativt nær beslektet med laksefiskene (Salmonidae); noe vi bl.a. kan se ved at begge har fettfinne. Fangsten av krøkle ved prøvefisket med bunngarn i Øyeren var svært liten, bare 11 fisk. Fangsten i trål i de åpne vannmassene var derimot svært stor, og lengdefordelingen i et utvalg av krøkle fra denne fangsten viser to klare størrelsesgrupper, 4-6 cm og 8-9 cm (**figur Ø5**). Det var også et lite antall krøkle, ca. 1,2 %, som var større enn 15 cm. Slik storvokst krøkle er vanligvis individer som har blitt kannibaler, og vi har sett en lignende størrelsesfordeling hos krøkla i Mjøsa og Randsfjorden (Sandlund mfl. 2017), og hos den introduserte krøklebestanden i Storsjøen i Rendalen (Eloranta mfl. 2018).



**Figur Ø5.** Lengdefordeling hos krøkle fanget i pelagisk sone (trål) og bentisk sone (bunngarn) i Øyeren, september 2017. *n* er antall fisk.

### 3.7.4.2 Laksefisk

Sik var den eneste laksefisken i våre fangster, men fangsten var liten både i trål og bunngarn (**figur Ø6**). Siken fordelte seg hovedsakelig på to grupper: 180-220 mm og 260-400 mm. Det var også én sik på 126 mm i bunngarnfangsten.

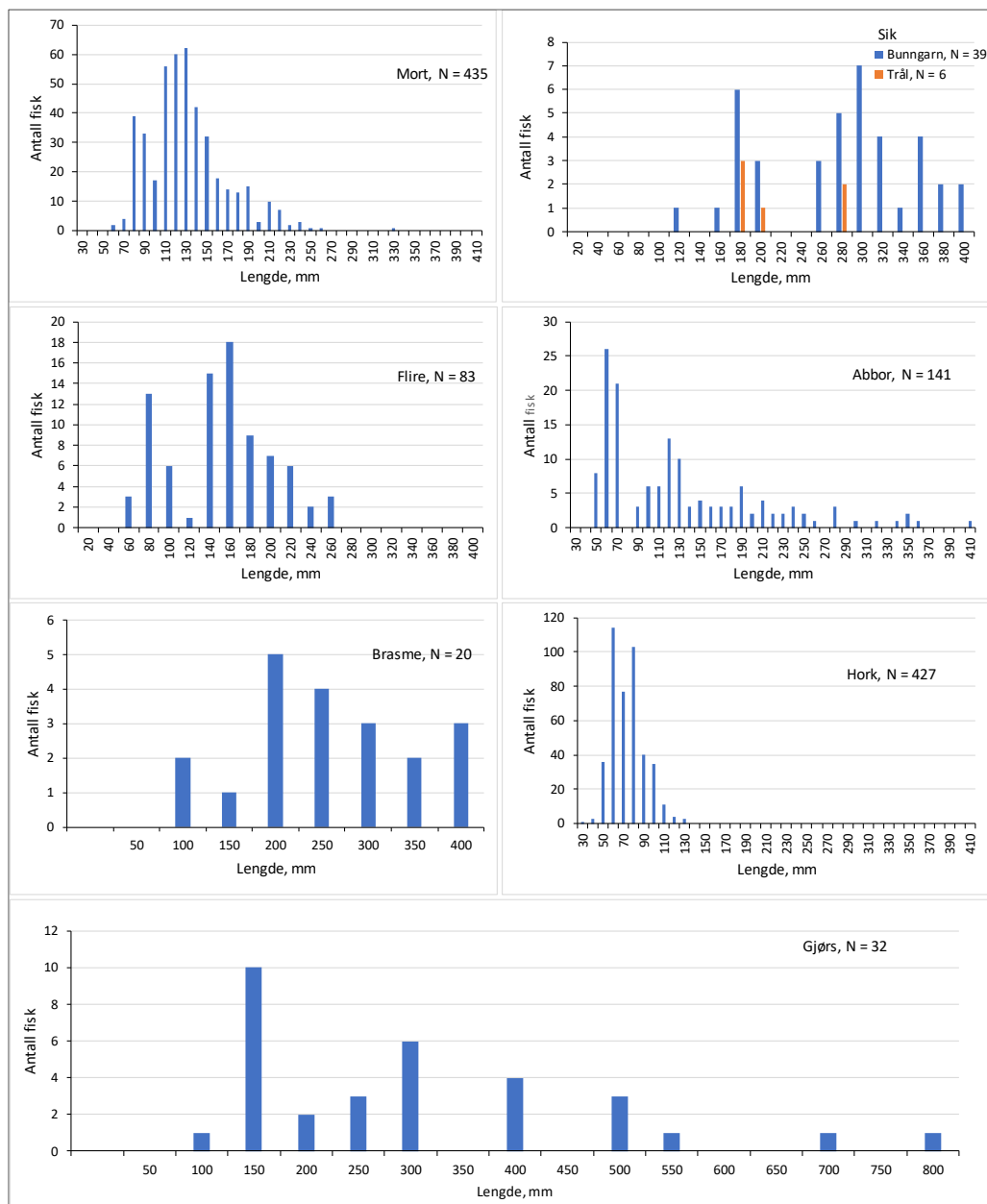
### 3.7.4.3 Karpefisk

Karpefiskene var representert med seks arter i våre fangster (**tabell Ø1**). De mest tallrike var mort, flire og brasme (**figur Ø6**). De fleste individene av mort var mellom 80 og 220 mm lange, med en topp omkring 90 mm (17 % av fisken var mellom 80 og 99 mm) og en topp omkring 120 mm (51 % av fisken var mellom 110 og 149 mm). Den største morten var 330 mm lang.

Lengdefordelingen av flire viste også to topper, omkring 90 mm og omkring 150 mm (**figur Ø6**). Brasmen i fangstene var hovedsakelig større enn 200 mm.

### 3.7.4.4 Abborfisk

Alle artene av abborfisk som forekommer i Norge finnes i Øyeren. Mest tallrik i fangstene var hork og abbor, men også den storvokste fiskespisende gjørsen var vanlig (**figur Ø6**). Hork er en småvokst art, de fleste individene var mellom 50 og 110 mm. Det største individet var 131 mm. Abbor er langt mer variabel i størrelse, fra 52 til 418 mm, med én topp omkring 60 mm og én topp omkring 120 mm. Gjørs er toppredator i innsjøen, og var langt mindre tallrik i fangstene enn hork og abbor. Det var mange gjørs med lengder mellom 150 og 335 mm, men også enkelte fisk opp til 815 mm. Det ble fanget både gjørs og hork i trålen (**bilde Ø1**).



**Figur Ø6.** Lengdefordeling hos de vanligste fiskeartene fanget i bentisk sone (bunngarn) i Øyeren, september 2017. Merk ulik inndeling av lengdeskalaen tilpasset variasjonen i lengde for hver art. N er antall fisk.

### 3.7.5 Økologisk tilstand

Total biomasse av pelagisk fisk i Øyeren ble beregnet til 94,6 tonn, eller 26,7 kg/ha fordelt med ca. 90 % på krøkle, 6 % sik (**tabell Ø3**) og 4 % fordelt på ni andre arter (jf. **tabell Ø1**). Vi har ikke sammenlignbare tidligere undersøkelser i Øyeren, men basert på beregnet pelagisk fiskebestand får vi en WS-FBI-verdi på 1,89, som gir «god» økologisk tilstand (**tabell Ø3**). Den normaliserte EQR-verdien (nEQR) var 0,78, som er nær oppunder «svært god». I ØKOSTOR-rapporten for 2017 (Lyche Solheim mfl. 2018) oppgis en nEQR-verdi på 0,80, som gir «svært god» tilstand. Denne forskjellen skyldes justeringer av den hydroakustiske modellen for krøkle som ble utført etter at resultatene ble presentert i ØKOSTOR-rapporten.

**Tabell Ø3.** Estimert biomasse av pelagisk krøkle, sik og andre arter i søndre del av Øyeren. Merk at årsyngel ikke er med i biomasse-estimatene.

Innsjø- areal (km <sup>2</sup> )	Transekt- lengde (km)	Deknings- grad	Biomasse (fisk/ha)			Total bio- masse (t)	WS- FBI	Norm, EQR	Status
			Krøkle	Sik	Andre				
35.4	24.3	4.1	24.0	1.77	0.96	94.6	1.89	0.78	G



**Bilde Ø1.** Pelagisk partrål i Øyeren var effektiv for innsamling av krøkle. Også hork (f.eks. 0+ i innfelt bilde), sik, flire, brasme, stam, laue, asp, lake (øverst) og niøye (i midten) ble fanget i trålen. Foto: Knut Andreas E. Bækkelie, NINA

## 4 Diskusjon

### 4.1 Fiskefauna og miljø

Undersøkelsene i prosjektet «Fisk i store innsjøer» (FIST) omfattet i 2017 seks innsjøer av svært ulik karakter. Fem av sjøene har fiskesamfunn som domineres av laksefisk. Eikesdalsvatnet (Møre og Romsdal), Hornindalsvatnet (Sogn og Fjordane) og Vangsvatnet (Hordaland) har alle fiskesamfunn dominert av røye, med aure som art nummer to. Disse tre dype sjøene hadde svært lavt innhold av fosfor (2-3,7 µg/L), stort gjennomsnittlig siktedyp (6,6-15,9 m) og blågrønn vannfarge (Lyche Solheim mfl. 2018). Lundevatnet (Vest-Agder/Rogaland) og Byglandsfjorden (Aust-Agder) har fiskesamfunn dominert av aure, med henholdsvis røye og bleke (stasjonær ferskvannslaks) som nummer to. Disse sjøene er også dype, med fysisk-kjemiske forhold som ligner på forholdene lengre nord på Vestlandet. Fosforinnholdet var lavt (3,8-4 µg/L), siktedypet relativt stort (6,2-6,6 m), men vannfargen var grønn til gul (Lyche Solheim mfl. 2018). Den sjette innsjøen, Øyeren, skiller seg radikalt fra de fem første. Fiskesamfunnet i Øyeren er trolig det mest artsrike blant alle våre store innsjøer, med dominans av krøkle, mort og hork. De fysisk-kjemiske forholdene i Øyeren skiller seg også klart fra de fem andre innsjøene som ble undersøkt i 2017. Fosforinnholdet er mer enn dobbelt så høyt (10 µg/L), siktedypet mindre enn halvparten (2,3 m) og vannfargen gulbrun til gulgrønn (Lyche Solheim mfl. 2018).

Forskjellen i næringsinnhold i innsjøene gjenspeiles i mengden fisk målt som kilo per hektar innsjøoverflate (**tabell D1**). Eikesdalsvatnet, Hornindalsvatnet og Byglandsfjorden hadde en biomasse av pelagisk fisk mellom 1,3 og 1,6 kg/ha. Lundevatnet hadde ca. 2,9 kg/ha, mens Vangsvatnet hadde 4,15 kg/ha. Med en biomasse på 26,7 kg/ha lå Øyeren mellom seks og 20 ganger så høyt. Dette skyldes både at Øyeren er en mer næringsrik innsjø, men også at tilstedeværelse av mange fiskearter resulterer i høyere biomasse.

Fiskefaunaen i disse innsjøene reflekterer fiskeartenes innvandring til Norge og deres naturlige forekomst, med mange såkalte «østfisker» i Øyeren og laksefisk pluss stingsild på Vestlandet (Sandlund & Hesthagen 2011). Faunaen i Byglandsfjorden er unik, i og med forekomsten av bleke, en småvokst laks som lever hele livet i ferskvann (Direktoratet for naturforvaltning 2009). Byglandsfjorden har også fått introdusert ørekyt, med usikker effekt på de naturlig forekommende artene aure og bleke.

I alle de tre innsjøene som er dominert av røye forekommer denne arten i to forskjellige økologiske former: «normalrøye» og «dvergrøye». Vårt materiale av røye fra Lundevatnet tyder ikke på to økologiske former der, men materialet er for begrenset til at vi kan trekke noen sikker konklusjon.

**Tabell D1.** Total pelagisk fiskebiomasse og arealtetthet av fisk i seks innsjøer undersøkt i 2017.

Innsjø	Biomasse pelagisk fisk (tonn)	Tetthet (kg/ha)					
		Total	Røye	Aure	Bleke	Krøkle	Sik Andre
Eikesdalsvatnet	3,6	1,55	1,16	0,39			
Hornindalsvatnet	6,8	1,34	0,20	1,14			
Vangsvatnet	3,2	4,15	3,26	0,89			
Lundevatnet	7,9	2,88	2,38	0,50			
Byglandsfjorden	5,4	1,60	0,53		1,07		
Øyeren	94,6	26,73				24,0	1,77 0,96



## 4.2 Vurdering av metodikk

Partrålingen i den pelagiske sona ble gjennomført uten tekniske problemer i alle innsjøene unntatt i Eikesdalsvatnet. Problemene i Eikesdalsvatnet har sammenheng med innarbeiding av arbeidsprosedyrer og modifisering av trålen med ekstra blytau i bunn og bruk av tråldører for å holde vingetauene adskilt. Dette fungerte bedre i de andre innsjøene og erfaringene fra innsjøene som inngikk i FIST-programmet i 2018 bekrefter at prosedyrene for fisket med partrål nå er godt etablert. Samarbeidet med SNO i denne sammenhengen fungerer også utmerket.

Erfaringene fra trålfisket i Eikesdalsvatnet i 2017, samt fra Salvatnet og Røssvatnet i 2016 reiser imidlertid spørsmål om partrålingens effektivitet i de ekstremt næringsfattige røyesjøene. En nærmere diskusjon av dette vil bli gjort når resultatene fra 2018 også er klare. Det er nødvendig å vurdere forholdet mellom partrål, pelagiske nordisk oversiktsgarn, og andre sammenmonterte maskeserier (f.eks. den serien som brukes ved overvåkingen i Atnsjøen: åtte maskevidder mellom 10 og 45 mm, der hvert panel er 6,75 m langt og 6 m dypt, såkalt SNSF-serie; Saksgård & Hesthagen 2010). Pelagiske enkeltgarn (25 x 6 m) med tilsvarende åtte maskevidder er også en mulighet, men dette blir vanligvis svært arbeidskrevende.

Det opplegget for bunngarnfiske som ble fulgt i 2017 ser ut til å gi akseptable fangster også i de mest næringsfattige lokalitetene. Fra 2016 til 2017 ble det foretatt en utvidelse av standard innsats med bunnsatte nordisk oversiktsgarn, fra 12 til 15 garnnetter per stasjon (på fire stasjoner). Dette innebærer at den totale garninnsatsen per innsjø blir økt fra 48 til 60 garnnetter. Utvidelsen ble gjort med én ekstra garnlenke i profundalsona (dvs. dypere enn ca. 20 m) på hver stasjon. Denne økningen i standard innsats ser ut til å gi ønsket resultat. I de fire røye/aure-sjøene i 2017 ble det med en innsats på 60 garnnetter fanget mellom 202 og 330 laksefisk (pluss 15-269 stingsild eller ørekyt der disse finnes). I Salvatnet, Limingen og Røssvatnet, som er lignende innsjøer med et lignende fiskesamfunn, og som ble fisket i FIST-programmet i 2016, fanget en total innsats på 45 garnnetter mellom 120 og 136 laksefisk (pluss 4-28 stingsild/ørekyt) (Gjelland mfl. 2017). I de noe mer artsrike innsjøene som ble fisket i 2016, Femunden (åtte arter), Selbusjøen (fire arter) og Snåsavatnet (fem arter) var fangstene på 45 garnnetter mellom 35 og 124 fisk (pluss 6-61 stingsild/ørekyt). Alle disse sjøene er næringsfattige. I en fiskerik og langt mer næringsrik innsjø som Øyeren vil derimot en total garninnsats på 60 garnnetter gjerne ta så store fangster at overvåkingsprogrammet ikke har tilstrekkelige ressurser til at fangsten kan tas vare på. Det er heller ikke nødvendig med store fangster av hver art for å få nok biologiske prøver, men det er en balanse mellom å få nok fisk av ikke dominerende arter og å få for mye av den dominante arten. Det kan derfor være nødvendig å redusere innsatsen, spesielt i strandsona. Dette ble også gjort i Øyeren i 2017. Et videre arbeid for å utvikle bruk av elfiskebåt i strandsona i innsjøer kan bidra til å effektivisere overvåkingen, spesielt i artsrike innsjøer



**Bilde D1.** Bunngarnfiske ble gjennomført på fire stasjoner med totalt 60 garnnetter med nordiske oversiktsgarn i hver innsjø. Bildet er fra Hornindalsvatnet Foto: Knut Andreas E. Bækkeli, NINA

## 5 Oppsummering og konklusjoner – klassifisering

Klassifiseringen av innsjøene som ble undersøkt i 2017 må i de fleste tilfeller gjøres kun på grunnlag av WS-FBI. Denne indeksen, som baserer seg på ekkoloddregistreringer og fordelingen av fiskebiomasse i epi- og hypolimnion, gir tilstanden «svært god» i alle innsjøene unntatt Øyeren, der tilstanden er «god» (**tabell D2**). Indeksen reflekterer den pelagiske fiskebestandens respons på eutrofiering, og forskjellene mellom de seks innsjøene i FIST-2017 stemmer godt overens med at det er høyere fosforverdier og mindre siktedyp i Øyeren, noe som viser større påvirkning fra eutrofiering (Lyche Solheim mfl. 2018).

Med unntak av Eikesdalsvatnet, har vi ikke tilstrekkelig med data fra tidligere prøvafiske til å anvende noen av de andre indeksene for tilstandsklassifisering av innsjøfisk. I Eikesdalsvatnet har vi et prøvafiske fra 2009 som kan sammenlignes med resultatene fra 2017 (Hesthagen mfl. 2010). Den totale bunngarnfangsten av laksefisk (røye og aure) per innsatsenhet (CPUE) har endret seg lite i løpet av de åtte årene fra 2009 til 2017 (jf. avsnitt 3.2.6). Fangsten av stingsild var også relativt stabil. Hvis vi anvender indeksen «prosentvis nedgang» i fangsten for bunngarnfangstene av laksefisk i Eikesdalsvatnet vil den tilsi ingen endring (jf. tabell 6.10 i Direktoratgruppen vanndirektivet 2018). Det har likevel skjedd en stor endring i forholdet mellom aure og røye. Mens aure var dominerende i 2009 ( $CPUE_{aure}/CPUE_{røye} = 3,8$ ), var det i 2017 røye som var dominerende ( $CPUE_{aure}/CPUE_{røye} = 0,3$ ). Det vassdraget Eikesdalsvatnet tilhører, er sterkt regulert ved at ca. 71 % av nedbørfeltet er ført over til andre vassdrag. Dette skjedde i løpet av perioden 1955-1975. Påvirkningen på Eikesdalsvatnet er dermed mindre vanngjennomstrømming og lenger oppholdstid. Det er lite trolig at denne gamle endringen i innsjøens hydrologi skulle være årsaken til den endringen vi nå ser fra 2009 til 2017.

I mange andre undersøkelser er det påvist at røyebestander går tilbake, muligens som følge av et varmere klima (Winfield mfl. 2010, Finstad mfl. 2011, Ulvan mfl. 2012). Endringen i Eikesdalsvatnet har gått motsatt vei, og den har gått svært fort. Det kan ikke utelukkes at dette er en naturlig variasjon som følge av uregelmessig rekruttering hos de to artene aure og røye. Hesthagen mfl. (2010) konkluderte med at den relativt tallrike aurebestanden i Eikesdalsvatnet måtte skyldes at arten kunne gyte i innsjøen, ettersom tilgjengelige gytearealer i innløps- og utløpselva er begrenset. Innsjøgyting er også påvist i andre norske innsjøer (se f.eks. Brabrand mfl. 2002, Heggenes mfl. 2009). Vi har imidlertid ikke grunnlag for å vurdere om endringene fra 2009 til 2017 skyldes gyteforholdene for aure.

Vår trålfangst av fisk i pelagialsona i Eikesdalsvatn var for liten (én røye) til å gjøre noen vurdering av dette habitatet ut over det som kunne gjøres på grunnlag av ekkolodddata (dvs. indeksen WS-FBI).

I Hornindalsvatnet, Vangsvatnet, Lundevatnet og Byglandsfjorden fungerte trålfisket relativt bra, og det ble fanget mellom 10 og 71 fisk i tråltrekkene. Både i Lundevatnet og Hornindalsvatnet dominerte aure i disse fangstene, mens røya dominerte i Vangsvatnet. Det var likevel et betydelig innslag av aure i trålfangsten i epilimnion også i Vangsvatnet. I Byglandsfjorden ble det fanget flest bleke i trålen. Dominansforholdene mellom aure og røye var de samme i bunngarnfangster og trål i Vangsvatnet (røye dominerende), Lundevatnet (aure dominerende), og Hornindalsvatnet (aure dominerende). Vi vet ikke årsaken til at dominansforholdene mellom aure og røye i pelagialen varierer fra innsjø til innsjø. Vi har ikke undersøkelser som kan vise om forholdet mellom aure og røye er stabilt, eller om det varierer over tid slik det tilsynelatende har gjort i Eikesdalsvatnet.

I Byglandsfjorden dominerte auren i bunngarna og bleka i trålfangsten. Dette passer godt med at bleka i stor grad er en planktonspiser (Direktoratet for naturforvaltning 2009).

I Øyeren var krøkle totalt dominerende i antall (99,7 %) i trålfangstene, mens det var flest mort, hork og abbor i bunngarnfangstene. Artssammensetningen i bunngarnfangstene er relativt lik den som er beskrevet av Brabrand (2002) på grunnlag av prøvafiske i perioden 1992-2000. I den perioden varierte artsdominansen i bunngarna mye, og variasjonen skyldtes trolig i stor grad variabel rekruttering av mange av de artene som gyter på grunt vann om våren, og som påvirkes av vårflo og manøvrering av reguleringsmagasinet (regulert 2,5 m).



**Tabell D2.** Oppsummering av klassifisering på grunnlag av fisk i seks store innsjøer som ble undersøkt i 2017, angitt som normalisert EQR (nEQR). SG = svært god (blå), G = god (grønn).

Indeks	WS-FBI			% bestandsnedgang			Samlet tilstand fisk
Innsjø	Verdi	EQR	nEQR	Verdi	EQR	nEQR	Tilstandsklasse
Eikesdalsvatnet	4,88	1,47	1,44	0	1,05	1,00	SG
Hornindalsvatnet	5,41	1,64	1,56		N.A.		SG
Vangsvatnet	2,98	0,90	1,02		N.A.		SG
Lundevatnet	3,55	1,08	1,15		N.A.		SG
Byglandsfjorden	4,76	1,44	1,41		N.A.		SG
Øyeren	1,89	0,57	0,78		N.A.		G

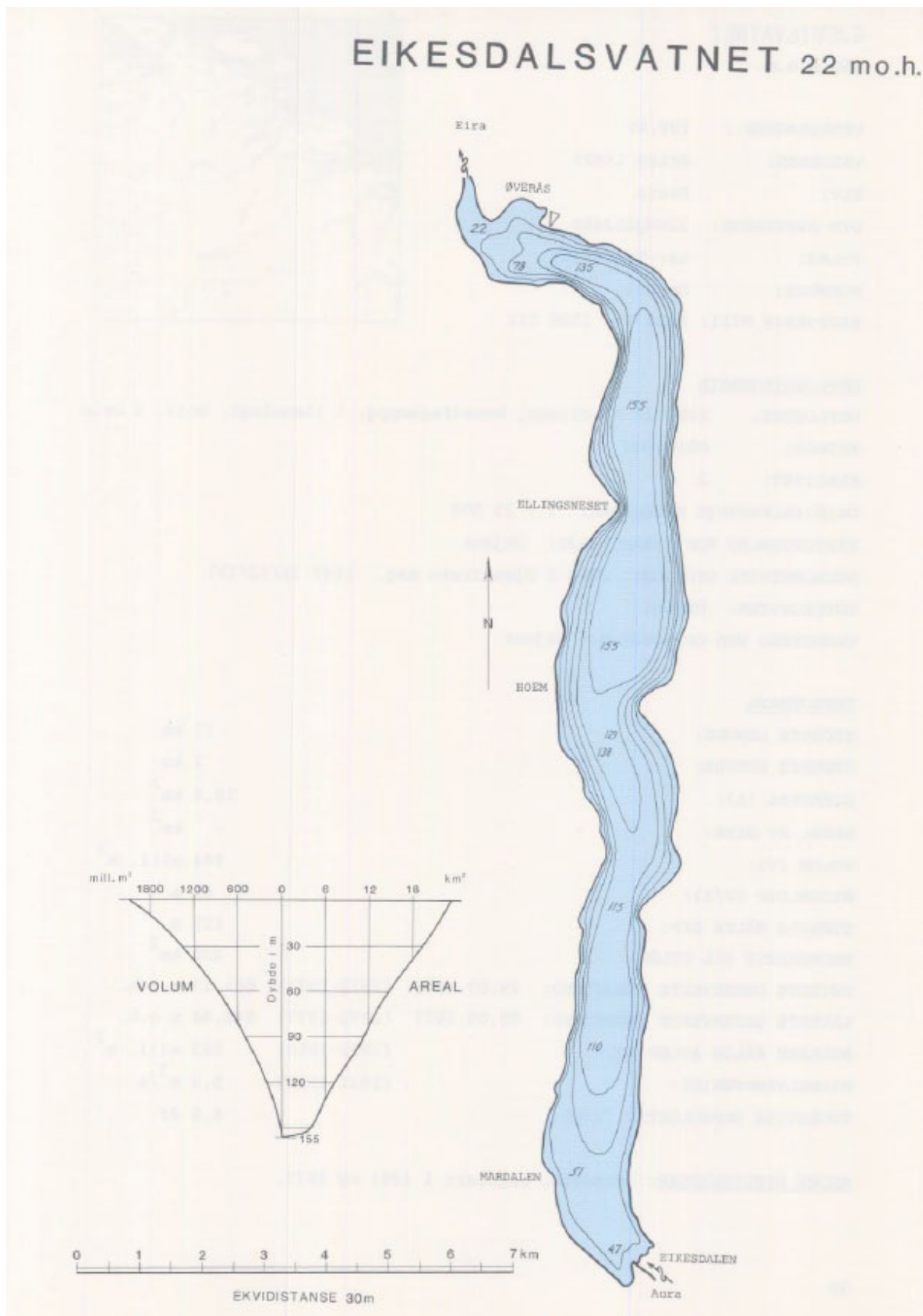
## 6 Referanser

- Brabrand, A. 1997. Fiskesamfunn i nordre Øyeren, status for rovfiskbestander, langtidsendringer og betydning av vannstand og manøvrering. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 168, 64 s.
- Brabrand, Å. 2002. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000: Langtidsutvikling og forvaltning av fiskesamfunn. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 207, 89 s.
- Brabrand, Å., Koestler, A.G. & Borgstrøm, R. 2002. Lake spawning of brown trout related to groundwater influx. *Journal of Fish Biology* 60: 751-763.
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Bleka i Byglandsfjorden – bestandsstatus og tiltak for økt naturlig rekruttering 1999-2008. DN-utredning 5-2009. Direktoratet for naturforvaltning (Miljødirektoratet), Trondheim.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. <http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/veiledere-direktorats-gruppa/Klassifisering-av-miljotilstand-i-vann-02-2018.pdf>
- Eloranta, A.P., Johnsen, S.I., Power, M., Bærum, K.M., Sandlund, O.T., Finstad, A.G., Rognerud, S. & Museth, J. 2018. Introduced European smelt (*Osmerus eperlanus*) affects food web and fish community in a large Norwegian lake. *Biological Invasions*. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1806-0>
- Emmrich, M., Winfield, I.J., Guillard, J., Rustadbakken, A., Vergés, C., Volta, P., Jeppesen, E., Lauridsen, T.L., Brucet, S., Holmgren, K., Argillier, C. & Mehner, T. 2012. Strong correspondence between gillnet catch per unit effort and hydroacoustically derived fish biomass in stratified lakes. *Freshwater Biology* 57 (12): 2436-2448.
- Finstad, A.G., Forseth, T., Jonsson, B., Bellier, E., Hesthagen, T., Jensen, A.J., Hessen, D. & Foldvik, A. 2011. Competitive exclusion along climate gradients: energy efficiency influences the distribution of two salmonid fishes. *Global Change Biology* 17: 1703-1711.
- Gjelland, K.Ø., Rustadbakken, A., Haugen, T.O. & Sandlund, O.T. 2013. Forsøk med trål og ekkolodd i Mjøsa, 2012. NINA Rapport 927. Norsk institutt for naturforskning.
- Gjelland, K.Ø., Sandlund, O.T., Andersen, O., Bremset, G., Bækkeli, K.A.E., Davidsen, J.G., Eloranta, A., Pettersen, O., Rønning, L., Rustadbakken, A., Saksgård, L., Saksgård, R. & Sjursen, A.D. 2017. Metodeutvikling: overvåking av fisk i store innsjøer (FIST) i 2016. NINA Rapport 1573. Norsk institutt for naturforskning.
- Heggenes, J., Røed, K.H., Jorde, P.E. & Brabrand, Å. 2009. Dynamic micro-geographic and temporal genetic diversity in vertebrates: the case of lake-spawning populations of brown trout (*Salmo trutta*). *Molecular Ecology* 18: 1100-1111.
- Hesthagen, T.H., Saksgård, R., Sandlund, O.T. & Eloranta, A. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Eikesdalsvatnet høsten 2009. NINA Rapport 578. Norsk institutt for naturforskning.
- Hindar, K. & Jonsson, B. 1982. Habitat and food segregation of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 39: 1030-1045.
- Holmgren, K., Kinnerbäck, A., Pakkasmaa, S., Bergquist, B. & Beier, U. 2007. Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i sjöar. Utveckling och tillämpning av EQR8. FINFO 2007:3, 52 s.
- Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Lund, E. & Ulvan, E.M. 2014. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport for perioden 2009-2013. - NINA Rapport 1015. Norsk institutt for naturforskning.
- Johnsen, S.I., Museth, J. & Dokk, J.G. 2014. Vurdering av Åkersvika som funksjonsområde for fisk - Effekter av vegbygging og foreslåtte miljøtiltak. NINA Rapport 1074. Norsk institutt for naturforskning.
- Jonsson, B. & Hindar, K. 1982. Reproductive strategy of dwarf and normal Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) from Vangsvatnet Lake, western Norway. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 39: 1404-1413.
- Lindem, T. & Sandlund, O.T. 1984. New methods in assessment of pelagic freshwater fish stocks - coordinated use of echosounder, pelagic trawl and pelagic nets. *Fauna* 37: 105-111.

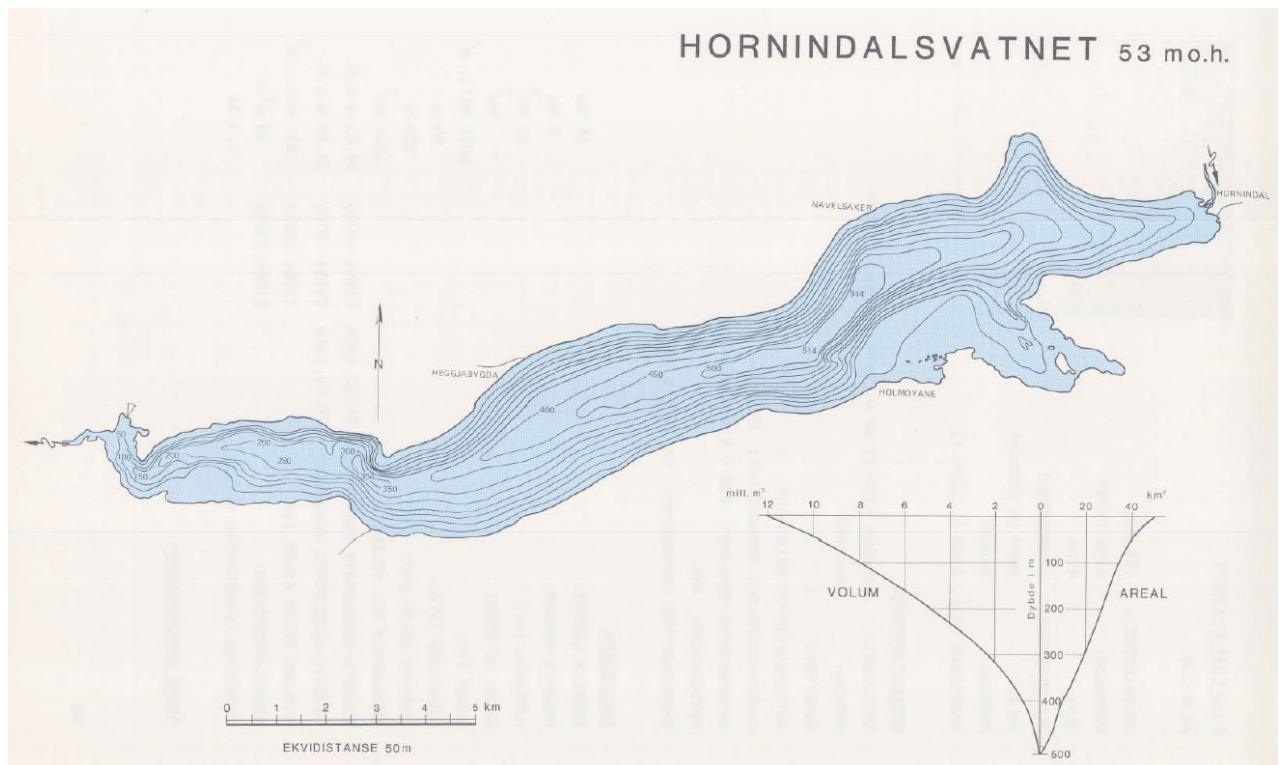
- Linløkken, A. 1995. Monitoring pelagic whitefish (*Coregonus lavaretus*) and vendace (*Coregonus albula*) in a hydroelectric reservoir using hydroacoustics. *Regulated Rivers: Research & Management* 10: 315–328. DOI: 10.1002/rrr.3450100224
- Linløkken, A.N. & Sandlund, O.T. 2015. Recruitment of sympatric vendace (*Coregonus albula*) and whitefish (*C. lavaretus*) is affected by different environmental factors. *Ecology of Freshwater Fish* 25: 652–663. <http://dx.doi.org/10.1111/eff.12243>
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Edvardsen H., Bækkeli, K.A.E., Edvardsen H., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Rustadbakken, A., Sandlund, O.T. & Skjelbred, B. 2016. ØKOSTOR: Økosystemovervåking av store innsjøer 2015. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht vannforskriften. Miljødirektoratet Rapport M-587 (NIVA-rapport 7070-2016), 151 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Edvardsen H., Fosholt Moe, T., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2017. ØKOSTOR: Økosystemovervåking av store innsjøer 2016. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand iht vannforskriften. Miljødirektoratet Rapport M-815 (NIVA-rapport 7182-2017), 197 s.
- Lyche Solheim, A., Schartau, A.K., Bongard, T., Bækkeli, K.A.E., Dokk, J.G., Edvardsen H., Fosholt Moe, T., Gjelland, K.Ø., Hobæk, A., Håvardstun, J., Jensen, T.C., Mjelde, M., Persson, J., Sandlund, O.T., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2018. ØKOSTOR 2017: Basisovervåking av store innsjøer. Utprøving av metodikk for overvåking og klassifisering av økologisk tilstand i henhold til vannforskriften. Miljødirektoratet Rapport M-1086, NIVA-rapport 7287-2018, 193 s.
- Menezes, R., Borchsenius, F., Svenning, J.-C., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Landkildehus, F. & Jepsen, E. 2013. Variation in fish community structure, richness, and diversity in 56 Danish lakes with contrasting depth, size, and trophic state: does the method matter? *Hydrobiologia* 710: 47–59. DOI 10.1007/s10750-012-1025-0
- Olin, M., Holmgren, K., Rask, M., Allen, M., Connor, L., Duguid, A., Duncan, W., Harrison, A., Hesthagen, T., Kelly, F., Kinnerbäck, A., Rosell, R. & Saksgård, R. 2014. Northern lake fish fauna ecological assessment methods. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. JRC Technical Reports. 55 pp. Edited by S. Poikane. doi: 10.2788/76197
- Saksgård, R. & Hesthagen, T. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i Atnsjøen fra 1985 til 2009. S. 76–84 i: Sandlund, O.T. (red.), Bongard, T., Brettum, P., Finstad, A.G., Fjellheim, A., Halvorsen, G.A., Halvorsen, G., Hesthagen, T., Hindar, A., Papinska, K., Saksgård, R., Schartau, A.K., Schneider, S., Skancke, L.B., Skjelbred, B. & Walseng, B. 2010. Nettverk for biologisk mangfold i ferskvann – samlerapport 2010. Atna- og Vikedalsvassdragene. NINA Rapport 598. Norsk institutt for naturforskning.
- Sandlund, O.T. & Hesthagen, T. 2011. Fish diversity in Norwegian lakes: conserving species poor systems. – S. 7–20 i: M. Jankun, G. Furghala-Selezniow, M. Wozniak & A.M. Wisniewska (red.) Water biodiversity assessment and protection. University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland.
- Sandlund, O.T. (red.), Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet, Rapport M22-2013, 60 s.
- Sandlund, O.T. (red.), Brabrand, Å., Gjelland, K.Ø., Høitomt, L.E., Linløkken, A.N., Olstad, K., Pettersen, O. & Rustadbakken, A. 2016. Overvåking av fiskebestander i store innsjøer. Metodeutprøving og anbefalinger. NINA Rapport 1274. Norsk institutt for naturforskning.
- Sandlund, O.T., Linløkken, A.N., Gjelland, K.Ø., Johnsen, S.I., Rognerud, S., Museth, J., Dokk, J.G., Garmo, Ø. & Walseng, B. 2014. Fiskesamfunnet i Osensjøen, Trysil og Åmot kommuner, Hedmark. Status i 2013 og endringer siden 1970-åra. NINA Rapport 1046. Norsk institutt for naturforskning.
- Sandlund, O.T., Næsje, T.F. & Lindem, T. 1992. Ekkoloddregistrering av pelagisk fiskebestand i Mjøsa 1990–91. NINA Oppdragsmelding 138. Norsk institutt for naturforskning.
- Schartau, A.K., Lyche-Solheim, A., Berg, M., Bongard, T., Edvardsen, H., Jensen, T.C., Mjelde, M., Saksgård, R., Sandlund, O.T. & Skjelbred, B. 2015. Utprøving av system for basisovervåking i henhold til vannforskriften. Resultater for utvalgte innsjøer 2014. Miljødirektoratet M-364/2015, 129 s.

- Sægrov, H. 2007. Fiskeundersøkingar i Vangsvatnet i 2007. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 1037, 16 s.
- Tammi, J. 2003. Gillnet-based fish monitoring in large lakes – test fishing in key habitats. Karjalan tutkimuslaitoksen raportteja 2003:3, s. 92-95.
- Ulván, E.M., Finstad, A.G., Ugedal O. & Berg, O.K. 2012. Direct and indirect climatic drivers of biotic interactions: ice-cover and carbon runoff shaping Arctic char *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* competitive asymmetries. *Oecologia* 138: 277–287.
- Vadeboncoeur, Y., Vander Zanden, M.J. & Lodge, D.M. 2002. Putting the lake back together: reintegrating benthic pathways into lake food web models. *BioScience* 52: 44–54.  
[https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0044:PTLBTR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0044:PTLBTR]2.0.CO;2)
- Winfield, I.J., Hateley, J., Fletcher, J.M., James, J.B., Bean, C.W. & Clabburn, P. 2010. Population trends of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in the UK: assessing the evidence for a wide-spread decline in response to climate change. *Hydrobiologia* 650: 55-65.

## Vedlegg 1 Dybdekart Eikesdalsvatnet



## Vedlegg 2 Dybdekart Hornindalsvatnet





## Vedlegg 3 Dybdekart Vangsvatnet

Vangsvatnet  
062.Z VOSSOVASSDRAGET

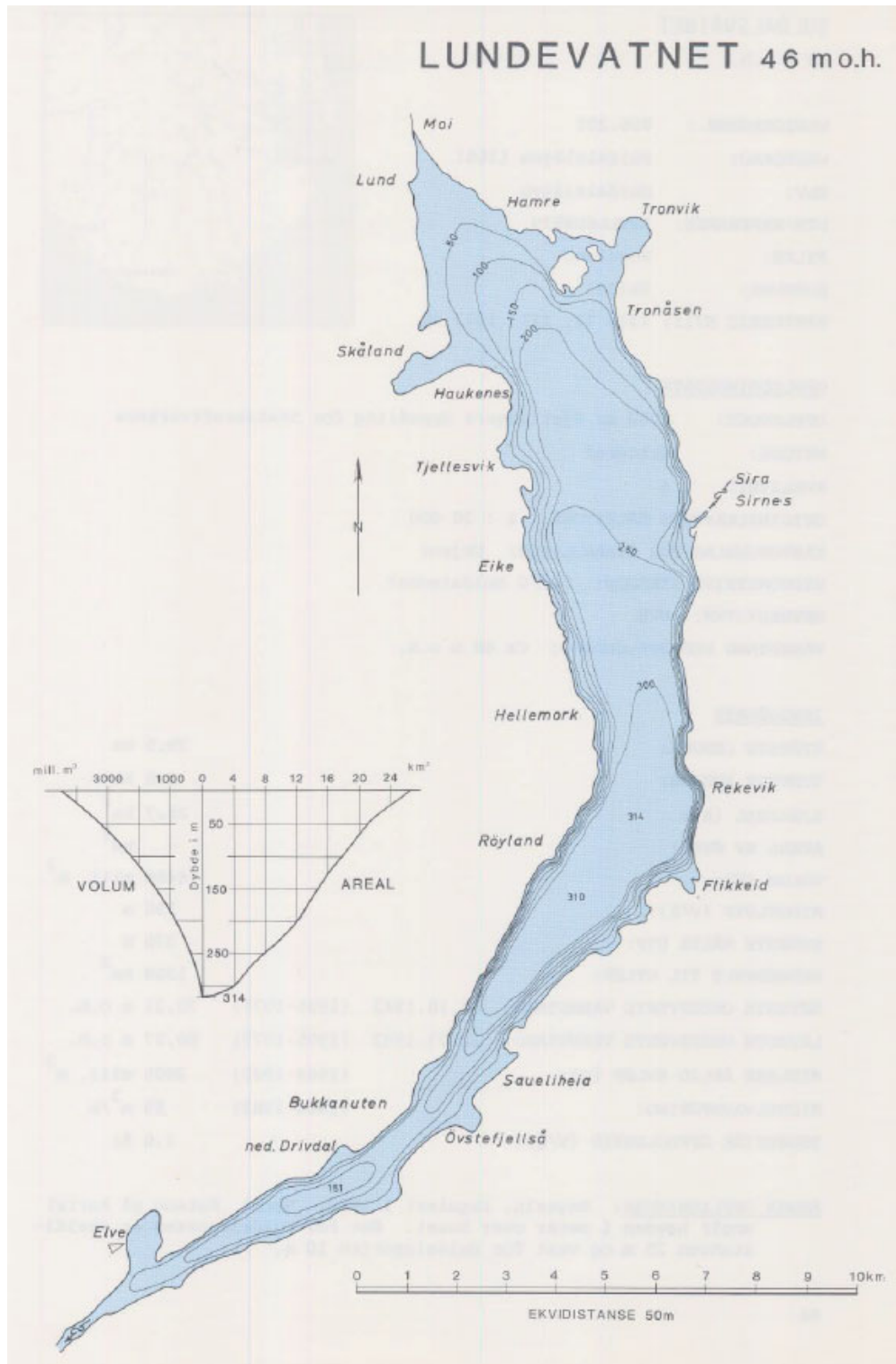


Vannstand ved opplødding: 46 m.o.h.  
Ukjent oppmålingsår  
Ekvidistanse 5 m

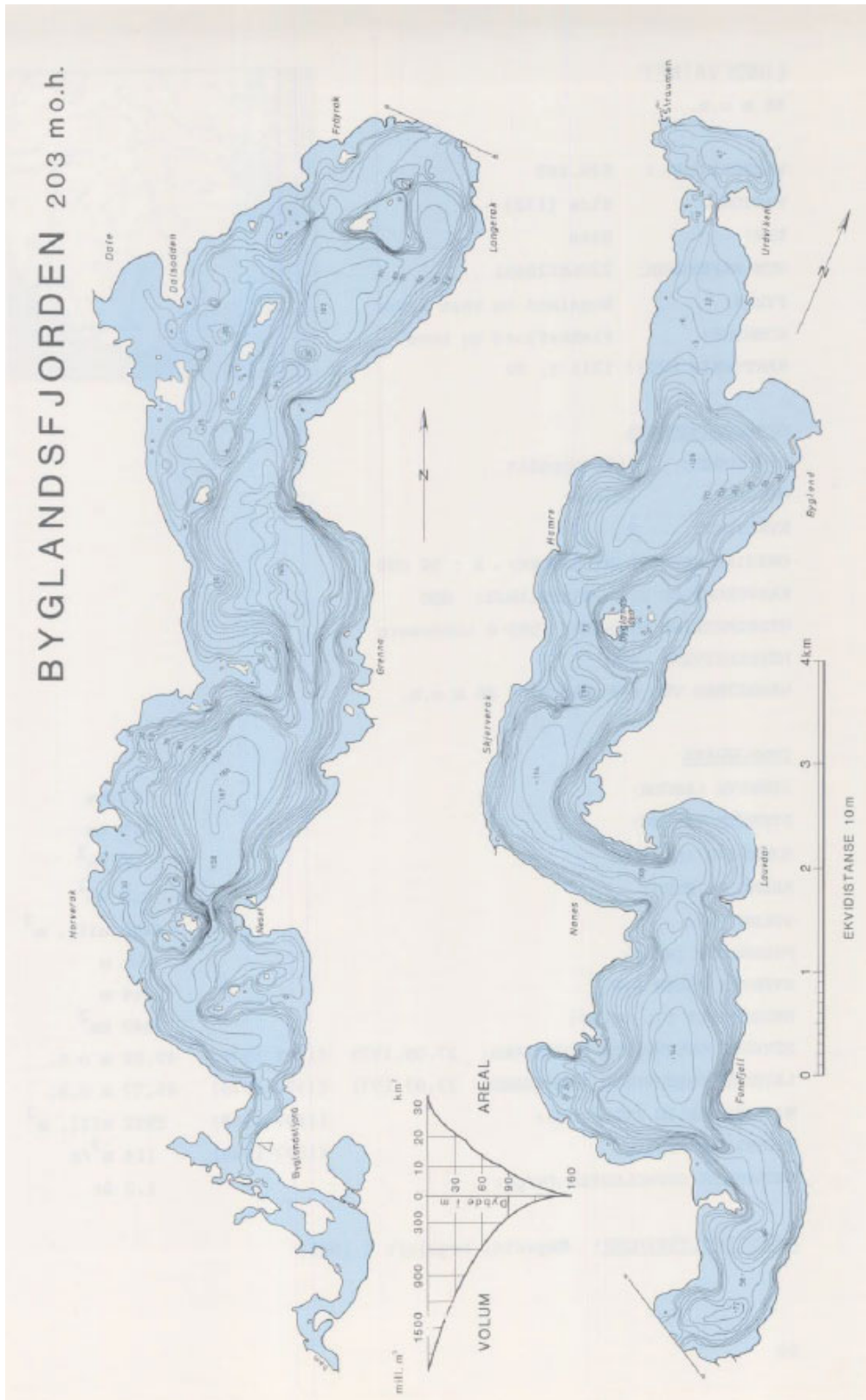
0 1 km

Målestokk: 1:22000  
(Kartformat A3)

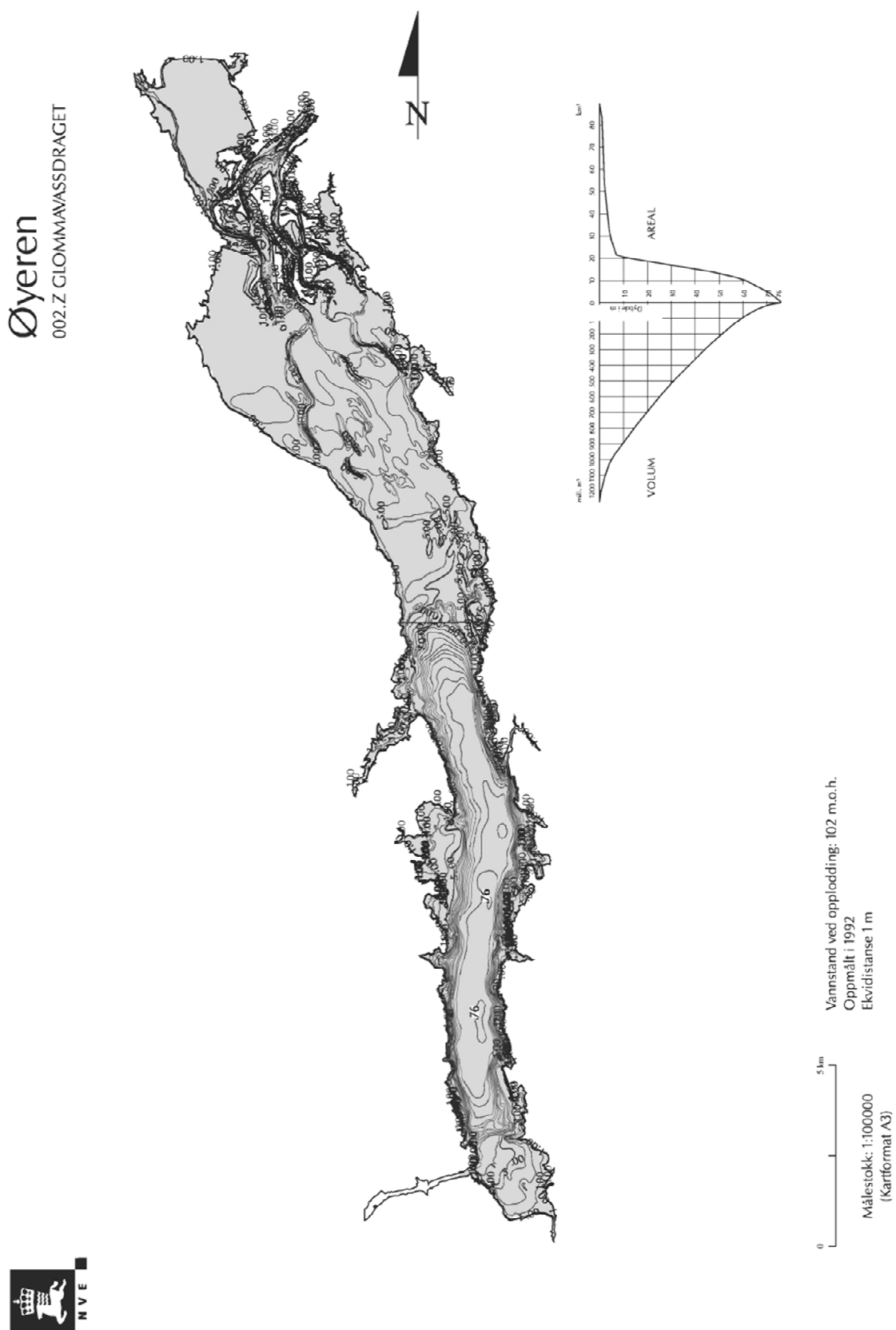
## Vedlegg 4 Dybdekart Lundevatnet



## Vedlegg 5 Dybdekart Byglandsfjorden



## Vedlegg 6 Dybdekart Øyeren



## Vedlegg 7 Bemanningsplan for FIST 2017

Innsjø	Bunngarnfiske	Tråling	Ekkolodd
Eikesdalsvatnet	Oskar N. Pettersen Stefan Kusterle	Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Bækkelie Ingrid Solberg	Karl Øystein Gjelland Ingrid Solberg
		SNO: Michael Eklo Ivar Øyen	
Hornindalsvatnet	Oskar N. Pettersen Stefan Kusterle Knut Andreas Bækkelie	Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Bækkelie Ingrid Solberg	Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Bækkelie
		SNO: Michael Eklo	
Vangsvatnet	NORCE-LFI v/ Christoph Postler, Yngve Landro og Jon Løyland	Karl Øystein Gjelland Antti Eloranta Oskar N. Pettersen	Karl Øystein Gjelland Lars Gjelland
		SNO: Kristoffer Ullern Hansen	
Lundevatnet	NORCE-LFI v/ Christoph Postler, Yngve Landro og Jon Løyland	Antti Eloranta Oskar N. Pettersen Ingrid Solberg	Oskar N. Pettersen Ingrid Solberg
		SNO: Lars Tore Ruud Gry Liljefors	
Byglandsfjorden	Syrtveit fiskeanlegg v/ Nils Børge Kile	Antti Eloranta Oskar N. Pettersen Ingrid Solberg	Antti Eloranta Oskar Pettersen Ingrid Solberg
		SNO: Lars Tore Ruud Gry Liljefors	
Øyeren	Oskar N. Pettersen Stefan Kusterle Erik Kagge	Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Bækkelie	Karl Øystein Gjelland Knut Andreas Bækkelie Oskar N. Pettersen
		SNO: Lars Tore Ruud Gry Liljefors	





*Norsk institutt for naturforskning, NINA,  
er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og  
samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i  
Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø,  
Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA  
Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal,  
og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i  
Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både fors–kning  
og utredning, miljøovervåking, rådgivning og  
evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og  
erfaring med både naturvitere og sam–funnsvitere  
i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene,  
samfunnets bruk av naturen og sammenhenger  
med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-3387-3

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger